

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局



(43) 国際公開日  
2001 年 7 月 19 日 (19.07.2001)

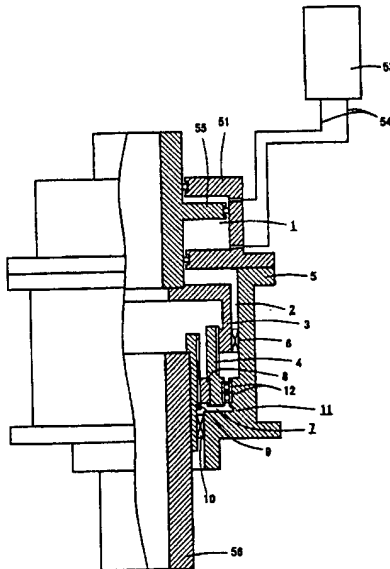
PCT

(10) 国際公開番号  
WO 01/51239 A1

- (51) 国際特許分類<sup>7</sup>: B23B 31/26
- (21) 国際出願番号: PCT/JP00/09321
- (22) 国際出願日: 2000 年 12 月 27 日 (27.12.2000)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:  
特願2000-003653 2000 年 1 月 12 日 (12.01.2000) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 三菱電機株式会社 (MITSUBISHI DENKI KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒100-8310 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてののみ): 高宗浩一 (TAKAMUNE, Kouichi) [JP/JP], 三村誠一 (MIMURA, Seichi) [JP/JP], 伊藤秀信 (ITO, Hidenobu) [JP/JP], 服部佳幸 (HATSUTORI, Yoshiyuki) [JP/JP], 春日芳夫 (KASUGA, Yoshio) [JP/JP], 水谷孝夫 (MIZUTANI, Takao) [JP/JP]; 〒100-8310 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (国内): JP, US.
- (84) 指定国 (広域): ヨーロッパ特許 (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR).
- 添付公開書類:  
— 国際調査報告書
- 2 文字コード及び他の略語については、定期発行される各 PCT ガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

(54) Title: THRUST CONVERTER, AND METHOD AND DEVICE FOR CONTROLLING THE THRUST CONVERTER

(54) 発明の名称: 推力変換装置、並びにこの推力変換装置を制御する方法及び制御装置



(57) Abstract: A thrust converter, comprising reciprocating motion means (1), reciprocation-to-rotation converting means (2) converting the reciprocating motion of the reciprocating motion means into a rotating motion, rotation-to-reciprocation converting means (7) converting the rotating motion of the reciprocation-to-rotation means into a reciprocating motion, and reaction support means (11) pivotally supporting a reaction of the reciprocating motion of the rotation-to-reciprocation converting means, whereby a thrust given to the reciprocation motion means can be given to a load side after the thrust is increased or decreased with a small and simple structure.

[続葉有]

WO 01/51239 A1



---

(57) 要約:

往復運動手段 1 と、この往復運動手段の往復運動を回転運動に変換する往復回転変換手段 2 と、この往復回転変換手段の回転運動を往復運動に変換する回転往復変換手段 7 と、この回転往復変換手段の往復運動の反力を支承する反力受け手段 11 とを備える構成とすることにより、往復運動手段に与えた推力を、小型且つ簡単な構成をもって増幅或いは縮小して負荷側に与えることができる。

## 明 細 書

推力変換装置、並びにこの推力変換装置を制御する方法及び制御装置

## 5 技術分野

この発明は、プレス加工装置や、旋盤で加工物を把持するチャック装置等を駆動する推力変換装置、並びにこの推力変換装置を制御する方法及び制御装置に関するものである。

## 10 背景技術

一般に、プレス加工装置や、工作機械等でワークを把持するチャック機構の駆動装置としては、油圧シリンダあるいは空圧シリンダによる推力を利用したものが多く採用されている。

第13図は、駆動源として油圧シリンダを用いた従来のプレス加工装置の一例を示す部分縦断面図であり、油圧シリンダ51は、シリンダブラケット50を介して架台52に固定されており、油圧装置53と配管54により接続されている。油圧シリンダ51のピストン55の負荷側端先端には押引棒56が固定され、押引棒56の先端には、加工形状に応じたプレスパンチ57が取付けられている。架台52の下部には、ワーク台58が設置され、ワーク台58上にはワーク59が載置されて固定される。また、押引棒56は、シリンダブラケット50に摺動ガイド60を介して、軸方向摺動自在にガイドされている。

この様な従来のプレス加工装置においては、油圧装置53から配管54を介して供給される油により油圧シリンダ51のピストン55を往復させてこれと固定された押引棒56の推力により、プレスパンチ57が押圧されてワーク台58に固定されたワーク59に所定形状のプレス成

型加工を行う。

第 1 4 図はチャックの駆動源として油圧シリンダを用いた従来のチャック装置の一例を示す部分横断面図であり、回転油圧シリンダ 6 4 は、シリンダカバー 6 6 に軸受 6 5 a、6 5 b を介して回転自在に支承され、  
5 負荷側端には、アダプタ 7 2 a を介して主軸 7 0 の後端が固定されている。

また、主軸 7 0 の先端には、アダプタ 7 2 b を介してチャック 7 1 が固定されている。主軸 7 0 の軸芯中空内部には、軸方向移動自在にドロ  
10 ーバー 7 3 が挿入され、ドロバー 7 3 の先端は、動作変換機構 7 5 を介してチャック爪 7 4 に係合されている。動作変換機構 7 5 は、カムレバーやテーパ等によりドロバー 7 3 の軸方向動作をチャック爪 7 4 の径方向動作に変換する。

ドロバー 7 3 の後端は、回転油圧シリンダ 6 4 のピストン 5 5 の負荷側端に固定されている。

15 このようなチャックの駆動源として油圧シリンダを用いた従来のチャック駆動装置においては、油圧装置 5 3 から配管 5 4 を介して回転油圧シリンダ 6 4 に油を供給してピストン 5 5 を往復動させ、ドロバー 7 3 の軸方向動作をチャック爪 7 4 の径方向動作に変換してチャック 7 1 にワーク 6 7 を把持する。

20 ワーク 6 7 を、チャック爪 7 4 に把持した後、主軸モータ部 7 6 を回転させて、主軸 7 0、ドロバー 7 3、チャック 7 1、動作変換機構 7 5、回転油圧シリンダ 6 4、ピストン 5 5、ワーク 6 7、アダプタ 7 2 a、7 2 b が連れ回りしながら、ワーク 6 7 の切削加工を行う。

上記の従来例は、プレス加工装置やチャック装置に油圧シリンダを用  
25 いる例を示したが、空圧シリンダを用いた場合もこれと同様である。

また他の従来例として、特開昭 6 2 - 3 4 7 0 8 号公報に開示された、

チャックの駆動源として電動モータを用いたチャック装置がある。

この特開昭 6 2 - 3 4 7 0 8 号公報に開示されたチャック装置は、チャックの駆動源として電動モータを用い、この電動モータの駆動力を、減速機を介して増幅することによりチャック装置本体に伝達し、もってこの増幅された駆動力にてチャックを閉じてワークを把持するものである。

そして加工時には、電磁クラッチにてドローバー駆動系と主軸の回転系とを切り離した状態でワークを加工するものである。

ところで、従来の油圧シリンダあるいは空圧シリンダによるプレス加工装置やチャック装置では、油圧、空圧装置が発生できる圧力とシリンダ径によって推力が定まる為、大きな推力のものが必要となった場合には、それらの容量を大きなものに変更しなければならず、コスト高になるという問題点があった。

また、トルク増幅（またはトルク縮小）機構として歯車を用いた減速機があるが、この減速機は、入力を回転入力とし、この回転入力を増幅（または縮小）して回転出力として出力するものが一般的であって、軸方向入力（推力）を増幅（または縮小）して軸方向出力（推力）として出力するには、種々の歯車等の機械的部品を組み合わせる必要があり、ひいては大型化を招く。また反力が歯車を回転自在に支承する軸受にかかり、ひいては減速機の寿命が短い等の問題があり、このため軸方向入力（推力）を増幅（または縮小）して軸方向出力（推力）として出力することができる、安価、小型且つ簡単な構成でしかも長寿命な推力変換装置が望まれていた。

なお、例えば特開昭 6 2 - 3 4 7 0 8 号公報に開示されたチャック装置のように、モータの回転トルクを増幅させるために歯車機構を採用した減速機を用いると、ワークの加工中にドローバー駆動系と主軸の回転系とを切り離す為の電磁クラッチを必要とし、また部品点数が多くなっ

てコスト高になるという問題点が生じる。

また、上記の電動式チャック装置では、ドローバーに軸方向推力を与えてワークを把持するが、ワーク加工中は、ドローバーを回転支持する軸受が、軸方向推力の反作用力を全て受けるため、主軸回転速度の高速  
5 化や、ドローバーの軸方向推力増加による把持力強化は、軸受の寿命を非常に短くする等種々の問題点がある。

#### 発明の開示

この発明に係る推力変換装置は、上述した課題を解決するためになされたもので、往復運動手段と、この往復運動手段の往復運動を回転運動に変換する往復回転変換手段と、この往復回転変換手段の回転運動を往復運動に変換する回転往復変換手段と、この回転往復変換手段の往復運動の反力を支承する反力受け手段とを備える構成としたものである。  
10

このため、往復運動手段に与えた推力を、小型且つ簡単な構成をもって増幅或いは縮小して負荷側に与えることができる、プレス加工装置や  
15 チャック駆動装置等に適用して有用な新規な推力変換装置を得ることができる。

またこの発明に係る推力変換装置は、往復運動手段、往復回転変換手段、回転往復変換手段及び反力受け手段を、同一軸線上に配列し、それら  
20 全ての中心軸に貫通穴を設けたものである。

このため、長尺材料を加工する旋盤のチャックに適用可能な推力変換装置を得ることができる。

またこの発明に係る推力変換装置は、往復回転変換手段を、往復運動手段にて軸方向の推力が与えられる第1のネジ部材と、この第1のネジ  
25 部材に螺合する第2のネジ部材と、前記第1のネジ部材を軸方向にのみ移動可能に回り止めする第1の回り止め部とを有するものとし、回転往

復変換手段を、前記第 2 のネジ部材に、第 1 のネジに螺合するネジ部とは別位置に設けられたネジ部と、このネジ部に螺合する第 3 のネジ部材と、この第 3 のネジ部材を軸方向にのみ移動可能に回り止めする第 2 の回り止め部とを有するものとし、反力受け手段を、基体と、前記第 2 のネジ部材と、前記基体に前記第 2 のネジ部材を回転自在に且つ軸方向に移動不可能に支承する第 1 の軸受とを有するものとしたものである。

このため、各構成部品の殆どをネジ部材で構成でき、よって量産性に優れた安価な推力変換装置を得ることができる。

またこの発明に係る推力変換装置は、第 1 のネジ部材を、往復運動手段に第 2 の軸受を介して回転自在に支承したものである。

このため、往復運動手段と、往復回転変換手段、回転往復変換手段及び反力受け手段とを、簡単な部品をもって回転方向に分離でき、ひいては負荷側が高速回転する旋盤のチャック装置に適用可能な推力変換装置を得ることができる。

またこの発明に係る推力変換装置は、往復運動手段を、モータと、該モータの軸の回転運動を往復運動に変換するモータ回転往復変換手段とを有するものとしたものである。

このため、メンテナンス性が良好で、且つ負荷側に出力する推力を、簡単な構成をもって無段階に容易に制御できる推力変換装置を得ることができる。

またこの発明に係る推力変換装置は、往復運動手段を、モータと、このモータの軸の負荷側端に設けられた第 4 のネジ部材、この第 4 のネジ部材に螺合する第 5 のネジ部材及びこの第 5 のネジ部材を軸方向にのみ移動可能に回り止めする第 3 の回り止め部を有し、前記モータの軸の回転運動を往復運動に変換するモータ回転往復変換手段とを有するものとし、前記往復回転変換手段を、前記第 5 のネジ部材に第 2 の軸受を介して

回転自在に且つ軸方向に移動不可能に支承される第1のネジ部材と、この第1のネジ部材に螺合する第2のネジ部材と、前記第1のネジ部材を軸方向にのみ移動可能に回り止めする第1の回り止め部とを有するものとし、回転往復変換手段を、前記第2のネジ部材に、第1のネジに螺合するネジ部とは別位置に設けられたネジ部と、このネジ部に螺合する第3のネジ部材と、この第3のネジ部材を軸方向にのみ移動可能に回り止めする第2の回り止め部とを有するものとし、反力受け手段を、基体と、前記第2のネジ部材と、前記基体に前記第2のネジ部材を回転自在に且つ軸方向に移動不可能に支承する第1の軸受とを有するものとしたものである。

このため、各構成部品の殆どをネジ部材で構成でき、よって量産性に優れた安価な推力変換装置を得ることができる。また、メンテナンス性が良好で、且つ負荷側に出力する推力を、簡単な構成をもって無段階に容易に制御できる推力変換装置を得ることができる。

またこの発明に係る推力変換装置は、第3のネジ部材を軸方向にのみ移動可能に回り止めする第2の回り止め部を、第3のネジ部材と第1のネジ部材との間に介在させたものである。

このため、軸方向寸法が短い推力変換装置を得ることができる。

またこの発明に係る推力変換装置は、第1のネジ部材及びこの第1のネジ部材に螺合する第2のネジ部材のネジリードを、第2のネジ部材に、第1のネジ部材に螺合するネジ部とは別位置に設けられたネジ部及びこのネジ部に螺合する第3のネジ部材のネジリードよりも大きなネジリードで形成したものである。

このため、簡単な構成をもって小さい推力の駆動源で負荷側に大きな推力を得ることができ、しかもその増幅単位を微細にできる推力変換装置を得ることができる。



またこの発明に係る推力変換装置は、第1のネジ部材及びこの第1のネジ部材に螺合する第2のネジ部材のネジリードを、第2のネジ部材に、第1のネジ部材に螺合するネジ部とは別位置に設けられたネジ部及びこのネジ部に螺合する第3のネジ部材のネジリードよりも小さなネジリードで形成したものである。

このため、推力を、簡単な構成をもって縮小して負荷側に与えることができ、しかもその縮小単位を微細にできる推力変換装置を得ることができる。

またこの発明に係る推力変換装置は、第2のネジ部材に、第1のネジ部材に螺合するネジ部とは別位置に設けられたネジ部及びこのネジ部に螺合する第3のネジ部材のネジリード角を $\beta$ とし、ネジの摩擦係数を $\mu$ としたとき、

$$\tan \beta < \mu$$

なる関係にしたものである。

このため、回転トルクを推力に変換することはできるが、推力を回転トルクに変換できなくなり、従って負荷側からの反作用推力による第3のネジ部材の緩みを防止でき、ひいては一旦所定の推力を与えた後に往復運動手段の推力を遮断でき省エネルギー化を図ることができる。また、往復運動手段と往復回転変換手段とを回転方向に分離するため、往復運動手段と往復回転変換手段との間に第2の軸受を介在させた場合、この第2の軸受にスラスト荷重がかからなくなり軸受け寿命を延ばすことのできる推力変換装置を得ることができる。

またこの発明に係る推力変換装置は、前記モータの負荷側ブラケットに固定された取付け枠に、前記基体に相当するチャック装置の主回転軸を、軸受を介して回転自在に且つ軸芯方向に移動不可能に固定したものである。

このため、従来の油圧、空圧シリンダを使用したチャック装置への置き換えが容易な推力変換装置を得ることができる。

またこの発明に係る推力変換装置は、第2の軸受を、ダブルベアリングで構成したものである。

- 5      このため、スラスト方向荷重を半減でき、軸受の寿命を延ばすことができる推力変換装置を得ることができる。

またこの発明に係る推力変換装置の制御方法は、モータとして、電流制御によりトルク制御可能なモータ用い、且つ前記モータの電流を一定に制御することで一定推力を発生させるようにしたものである。

- 10      このため、常に一定の推力を発生できる推力変換装置を得ることができる。

またこの発明に係る推力変換装置の制御方法は、モータとして、位置制御及びトルク制御が可能なモータを用い、且つ前記モータを所定位置までは位置制御を行い、その後トルク制御を行うようにしたものである。

- 15      このため、負荷側に常に適切な一定の推力を与えることのできる。また、この勢力変換装置を旋盤のチャック装置に適用した場合、チャック動作を高速化できる推力変換装置を得ることができる。

またこの発明に係る推力変換装置の制御方法は、推力変換装置の駆動源以外の外部駆動源の運動状態に基づいて推力変換装置のモータの位置  
20      またはトルクを補正する補正量を演算し、この演算した補正量に基づいて推力変換装置のモータの位置またはトルクを補正するようにしたものである。

- 25      このため、特別な装置を付加することなく、機械的外乱要因が推力変換装置に加わるのを排除することができ、ひいては精度のよい推力変換装置を得ることができる。例えばこの推力変換装置をチャック装置に採用した場合、遠心力による外乱要因を排除することができ、常に適切な把

持力を発生させることができる。

またこの発明に係る推力変換装置の制御方法は、推力変換装置を搭載した機械の温度に基づいて、推力変換装置のモータの位置を補正する補正量を演算またはメモリより読出し、この補正量に基づいて推力変換装置のモータの位置を補正するようにしたものである。

このため、特別な装置を付加することなく、熱的外乱要因が推力変換装置に加わるのを排除することができ、ひいては精度のよい推力変換装置を得ることができる。例えばこの推力変換装置をチャック装置に採用した場合、熱的外乱要因を排除することができ、常に適切な把持力を発生させることができる。

またこの発明に係る推力変換装置の制御装置は、推力変換装置の駆動源以外の外部駆動源の運動状態を入力する入力部と、この入力部を通じて入力された前記運動状態に基づいて推力変換装置のモータの位置またはトルクを補正する補正量を演算する演算手段と、この演算した補正量に基づいて推力変換装置のモータの位置またはトルクを補正する補正手段とを備える構成としたものである。

このため、特別な装置を付加することなく、機械的外乱要因が推力変換装置に加わるのを排除することができ、ひいては精度のよい推力変換装置を得ることができる。例えばこの推力変換装置をチャック装置に採用した場合、遠心力による外乱要因を排除することができ、常に適切な把持力を発生させることができる。

またこの発明に係る推力変換装置の制御装置は、推力変換装置を搭載した機械の温度を入力する入力部と、この入力部を通じて入力された温度に基づいて、推力変換装置のモータの位置を補正する補正量を演算またはメモリより読出す手段と、この補正量に基づいて推力変換装置のモータの位置を補正する補正手段とを備えてなるものである。

このため、特別な装置を付加することなく、熱的外乱要因が推力変換装置に加わるのを排除することができ、ひいては精度のよい推力変換装置を得ることができる。例えばこの推力変換装置をチャック装置に採用した場合、熱的外乱要因を排除することができ、常に適切な把持力を発生  
5 させることができる。

またこの発明に係る推力変換装置の制御装置は、トルク及び位置が制御可能なモータに対し位置指令を入力する手動指令装置と、前記モータを位置制御及びトルク制御する制御手段と、前記位置指令と現在位置の差分が所定値以下のとき、前記差分に基づいてモータを位置制御で運転  
10 し、前記位置指令と現在位置の差分が所定値を超えると、モータをトルク制御に切替える切替え手段とを備えてなるものである。

このため、推力変換装置が機械的に拘束された後の推力調整を手動で容易に実施することができる。また、この推力変換装置を旋盤のチャック装置に適用した場合、オペレータが位置指令を入力するだけで位置制  
15 御からトルク制御に遷移するので、オペレータはチャック開閉の各状態をさほど考慮することなく適切なチャック開閉動作を行わせることができる。

またこの発明に係る推力変換装置の制御装置は、前記切替え手段を、モータに対する電流指令を制限する電流制限手段と、前記位置指令と現在位置の差分が所定値以下のとき前記電流制限手段の制限電流値を前記  
20 差分に基づく電流指令値より大きく設定し、前記位置指令と現在位置の差分が所定値を超えると前記電流制限手段の制限電流値を前記差分に基づく電流指令値より小さく設定する手段とを有するものとしたものである

25 このため、推力変換装置が機械的に拘束された後の推力調整を手動で容易に実施することができる。また、フィードバックループのゲインを

変更することなく本推力の調整を行うことができるので、制御が不安定になるのを防止できる。また、この推力変換装置を旋盤のチャック装置に適用した場合、オペレータが位置指令を入力するだけで位置制御からトルク制御に遷移するので、オペレータはチャック開閉の各状態をさほ  
5 ど考慮することなく適切なチャック開閉動作を行わせることができる。

またこの発明に係る推力変換装置の制御装置は、推力変換装置の機械的位置誤差を補正する補正值を入力する入力部と、この入力部を通じて入力された補正值を記憶する記憶手段と、この記憶手段に記憶された補正值に基づいて推力変換装置の機械的位置誤差を補正する補正手段とを  
10 備えてなるものである。

このため、モータに取り付けられる回転検出器や推力変換装置の機構の精度に左右されることなく、推力変換装置の位置精度を向上させることができ、ひいては安価な部品を使用してコストダウンを図りつつ高精度な推力変換装置を得ることができる。

15

図面の簡単な説明

第1図はこの発明の実施の形態1に係る推力変換装置の構成を示す部分縦断面図である。

第2図はこの発明の実施の形態1に係る推力変換装置を適用したプレス加工装置の構成を示す部分縦断面図である。  
20

第3図はこの発明の実施の形態2に係る推力変換装置を適用したチャック装置の構成を示す部分縦断面図である。

第4図はこの発明の実施の形態3に係る推力変換装置を適用したチャック装置の構成を示す部分縦断面図である。

第5図はこの発明の実施の形態4に係る推力変換装置を適用したチャック装置の構成を示す部分縦断面図である。  
25

第 6 図はこの発明の実施の形態 5 に係る推力変換装置を適用したチャック装置の構成を示す部分縦断面図である。

第 7 図はこの発明の実施の形態 6 に係る推力変換装置を適用したチャック装置の構成を示す部分縦断面図である。

- 5 第 8 図はこの発明の実施の形態 8 に係る推力変換装置を適用したチャック装置の制御構成図である。

第 9 図はこの発明の実施の形態 8 に係る制御ブロック図である。

第 10 図はこの発明の実施の形態 8 に係る動作を説明するためのフローチャートである。

- 10 第 11 図はこの発明の実施の形態 8 に係る動作を説明するためのフローチャートである。

第 12 図はこの発明の実施の形態 9 に係る推力変換装置を適用したチャック装置の制御ブロック図である。

第 13 図は従来のプレス加工装置の構成を示す部分縦断面図である。

- 15 第 14 図は従来のチャック装置の構成を示す部分縦断面図である。

発明を実施するための最良の形態

実施の形態 1.

- 20 第 1 図は、この発明に係る推力変換装置の実施の形態 1 を示す部分縦断面図である。

第 1 図において、1 は往復運動手段としての往復運動部であり、油圧シリンダ 51 と、ピストン 55 と、油圧装置 53 と油圧シリンダ 51 を接続する配管 54 とで構成されている。なお、油圧シリンダ 51 とピストン 55 との間には、油漏れを防止するため O リングが介在されている。

- 25 2 は往復回転変換手段としての往復回転変換部であり、ピストン 55 の負荷側端に直接固定された、第 1 のネジ部材に相当する第 1 のナット

3と、第1のナット3に螺合する、第2のネジ部材に相当する第1のネジ軸4と、外枠5と、外枠5に対して第1のナット3を軸方向にのみ移動可能に回り止めする第1のリニアガイド6とにより構成されている。

7は回転往復変換手段としての回転往復変換部であり、第1のネジ軸54の内側に固定された、第2のネジ部材（第1のネジ軸4）に、第1のネジ部材（第1のナット3）に螺合するネジ部とは別位置に設けられたネジ部に相当する第2のナット8と、第2のナット8に螺合する、第3のネジ部材に相当する第2のネジ軸9と、基体に相当する外枠5と、外枠5に対して第2のネジ軸9を軸方向にのみ移動可能に回り止めする第2のリニアガイド10とにより構成されており、第2のネジ軸9の先端には、押引棒56が固定されている。

11は反力受け手段としての反力受け部であり、基体である外枠5と、第1のネジ軸4と、外枠5に第1のネジ軸4を回転自在に且つ軸方向に移動不可能に支承する第1の軸受12により構成されている。

15     なお、往復運動部1、往復回転変換部2、回転往復変換部7及び反力受け部11は、同一軸線上に配列され、且つそれらの中心軸に貫通穴が設けられている。

第2図は、第1図に示す推力変換装置を用いたプレス加工装置の部分縦断面図であり、図中1～12は、第1図と同一または相当部分を示し、  
20     図中51～59は、第13図に示した従来のプレス加工装置と同一または相当部分を示す。

次に上記実施の形態1の動作を第1図及び第2図を参照しながら説明する。上記の様に構成された推力変換装置においては、油圧装置53から配管54を介して油圧シリンダ51に油が供給されると、油圧シリンダ51のピストン55が油圧装置53の発生圧力と油圧シリンダ51の  
25     シリンダ径に応じた推力で軸方向に移動し、第1のナット3がその推力

で軸方向に押されて移動する。

第1のナット3が軸方向に押されると、第1のナット3が第1のリニアガイド6により軸方向のみ移動可能に回り止めされているので、第1のナット3と螺合する第1のネジ軸4が回転する。これにより第1のナット3の軸方向運動の推力は、第1のネジ軸4の回転運動における回転トルクに変換される。

ここで、第1のナット3の軸方向運動における推力を $F_1$ とし、第1のネジ軸4の回転トルクを $T_1$ とし、ネジリードを $L_1$ とし、往復回転変換効率を $\eta_1$ とすると、

$$T_1 = (L_1 \cdot F_1 \cdot \eta_1) / 2\pi \quad \dots (1 \text{ 式})$$

なる関係がある。

第1のネジ軸4が回転すると、第1のネジ軸4の内側に固定された第2のナット8も同様に回転し、第2のネジ軸9が第2のリニアガイド10により軸方向のみ移動可能に回り止めされているので、第2のナット8と螺合する第2のネジ軸9が軸方向に移動する。これにより第2のナット8の回転運動トルクは、第2のネジ軸9における軸方向運動の推力に変換される。

ここで、前記にて得られた第1のネジ軸4と第2のナット8における回転運動の回転トルクを $T_1$ とし、第2のネジ軸9における軸方向運動の推力を $F_2$ とし、第2のネジ軸9のネジリードを $L_2$ とし、回転往復変換効率を $\eta_2$ とすると、

$$F_2 = (2\pi \cdot T_1 \cdot \eta_2) / L_2 \quad \dots (2 \text{ 式})$$

なる関係がある。

第2図において、第2のネジ軸9に得られた軸方向運動の推力は、これと固定された押引棒56の推力となり、プレスパンチ57を押圧してワーク台58に固定されたワーク59に所定位置にプレス成型加工を



行う。

また、プレス成型加工時にプレスパンチ 57 に及ぼした推力の推力の反力は、押引棒 56、第 2 のネジ軸 9 から第 2 のナット 8、第 1 のネジ軸 4 を経由して、第 1 のネジ軸 4 を外枠 5 に回転自在に且つ軸方向移動 5 に支承する第 1 の軸受 12 と外枠 5 とで受けられるので、第 1 のナット 3 及びピストン 55 には、軸方向反力がかからない。

ここで、油圧シリンダ 51 のピストン 55 から第 1 のナット 3 に与えられる軸方向運動の推力を  $F_1$  と、第 2 のネジ軸 9 に発生する軸方向の推力を  $F_2$  とは、前記 (1 式)、(2 式) より

$$F_2 / F_1 = (L_1 / L_2) \cdot \eta_c$$

$\eta_c$  ; ネジの運動変換効率  
 $L_1$  ; 第 1 のネジ軸 4 のネジリード  
 $L_2$  ; 第 2 のネジ軸 9 のネジリード

なる関係が成立する。

15 即ち、 $L_1 > L_2$  なるネジリードで構成されている場合には、第 2 のネジ軸 9 に発生する推力  $F_2$  は、 $F_1$  推力を  $(L_1 / L_2) \cdot \eta_c$  倍した増幅推力に変換されて発生することになり、小さな推力の油圧装置 53 を用いても、押引棒 56 に大きな軸方向運動の推力を得ることが可能となる。

20 一例を示せば、 $L_1 = 20$  (mm)、 $L_2 = 5$  (mm) のネジリード、 $\eta_c = 80$  (%) のもので構成し、 $F_1$  に 100 (N) の推力を与えると、 $F_2$  には 320 (N) に増幅された推力が得られることになる。

また前記とは逆に、 $L_1 < L_2$  なるネジリードで構成されている場合には、第 2 のネジ軸 9 に発生する推力  $F_2$  は、 $F_1$  推力を  $(L_1 / L_2) \cdot \eta_c$  倍に縮小した推力が発生することになり、大きな推力の油圧装置 53 を用いても、押引棒 56 に小さな推力を得ることが可能となり微妙な

推力制御が可能となる。

尚、前記に説明した実施の形態では、往復運動部 1 に油圧シリンダを適用した例を示したが、往復運動部 1 に、リニアモータ、空圧シリンダを適用してよい。

5

実施の形態 2.

次にこの発明に係る実施の形態 2 を、第 3 図（推力変換装置を旋盤のチャック装置に適用した部分横断面図）を用いて説明する。

10 なお、この実施の形態 2 は、往復運動部 1 に回転子を有するサーボモータを適用した推力変換装置を旋盤のチャック装置に適用したものである。

図 3 において、20 はモータ回転往復変換手段としてのモータ回転往復変換部であり、位置制御及びトルク制御が可能なサーボモータ 21 と、サーボモータ 21 のモータ軸 21 a の負荷側端に固定された、第 4 のネジ部材に相当する第 3 のネジ軸 22 と、第 3 のネジ軸 22 に螺合する、  
15 第 5 のネジ部材に相当する第 3 のナット 23 と、サーボモータ 21 のモータ負荷側端ブラケット 21 b に対して第 3 のナット 23 を軸方向にのみ移動可能に回り止めする第 3 のリニアガイド 25 とにより構成されており、またモータ軸 21 a の反負荷側端には、モータの回転位置を検出  
20 する手段であるモータ回転位置検出部 24 が配設されている。

2 は往復回転変換手段としての往復回転変換部であり、第 3 のナット 23 に対して回転自在で且つ第 3 のナット 23 と一体となって軸方向に移動できるよう、第 3 のナット 23 の反モータ側端に延在した非螺合部分に、モータ側端に延在した非螺合部分を第 2 の軸受 26 を介して支承  
25 された、第 1 のネジ部材に相当する第 1 のナット 3 と、この第 1 のナット 3 に螺合する、第 2 のネジ部材に相当する第 1 のネジ軸 4 と、主回転

軸 27 と、主回転軸 27 に対して第 1 のナット 3 を軸方向にのみ移動可能に回り止めする第 1 のリニアガイド 6 により構成されている。

7 は回転往復変換手段としての回転往復変換部であり、第 1 のネジ軸 4 の内側に固定された、第 1 のネジ軸 4 (第 2 のネジ部材) に、第 1 の  
5 ナット 3 (第 1 のネジ部材) に螺合するネジ部とは別位置に設けられたネジ部に相当する第 2 のナット 8 と、第 2 のナット 8 に螺合する、第 3 のネジ部材に相当する第 2 のネジ軸 9 と、主回転軸 27 と、主回転軸 27 に対して第 2 のネジ軸 9 を軸方向にのみ移動可能に回り止めする第 2 のリニアガイド 10 とにより構成されており、第 2 のネジ軸 9 の先端には、押引棒 56 が固定されている。

また、第 2 のナット 8 と、第 2 のナット 8 に螺合する第 2 のネジ軸 9 のネジリード角  $\beta$  は、ネジの摩擦係数を  $\mu$  としたとき、

$\tan \beta < \mu$  なる関係のネジで形成されている。

11 は反力受け手段としての反力受け部であり、基体である主回転軸  
15 27 と、第 1 のネジ軸 4 と、主回転軸 27 に第 1 ネジ軸 4 を回転自在に且つ軸方向に移動不可能に支承する第 1 の軸受 12 とにより構成されている。

なお、モータ回転往復変換部 20、往復回転変換部 2、回転往復変換部 7 及び反力受け部 11 は、同一軸線上に配列され、且つそれらの中心  
20 軸に貫通穴が設けられている。

また、主回転軸 27 の負荷側端には、アダプタ 72a を介して主軸 70 の後端が固定されており、主軸 70 の先端には、アダプタ 72b を介してワーク 67 を把持するチャック 71 が固定されている。主軸 70 の軸芯中空内部には、軸方向移動自在にドローパー 73 が挿入され、ドロ  
25 ーパー 73 の先端は、動作変換機構 75 を介してチャック爪 74 に係合されている。動作変換機構 75 は、カムレバーやテーパ等によりドロ

バー 7 3 の軸方向動作をチャック爪 7 4 の径方向動作に変換する。ドローバー 7 3 の後端は、押引棒 5 6 の先端に固定されている。

また、モータ 2 1 と主軸モータ部 7 6 とは、取付け枠 2 8 を介して固定され、これにより回転往復変換部 2 0、往復回転変換部 2、回転往復  
5 変換部 7、反力受け部 1 1、第 2 の軸受 2 6 が主軸モータ部 7 6 に間接的に支持されている。

次にこの実施の形態 2 の動作を、第 3 図を参照しながら説明する。

上記の様に構成されたチャック装置においては、モータ軸 2 1 a が所定の回転トルクで回転すると、モータ軸 2 1 a の負荷側端に固定された  
10 第 3 のネジ軸 2 2 も同様に回転し、第 3 のネジ軸 2 2 に螺合する第 3 のナット 2 3 は、第 3 のリニアガイド 2 5 にてこの第 3 のナット 2 3 を軸方向にのみ移動可能に回り止めされているので、軸方向に移動する。これによりモータ軸 2 1 a と第 3 のネジ軸 2 2 の回転運動トルクは、第 3 のナット 2 3 における軸方向運動の推力に変換される。

15 第 3 のナット 2 3 が、軸方向に移動すると、これに第 2 の軸受 2 6 を介して回転自在に且つ軸方向移動不可能に支承された第 1 のナット 3 も、第 3 のナット 2 3 における軸方向運動の推力で軸方向に移動させられる。

ここで、モータ軸 2 1 a 及び第 3 のネジ軸 2 2 における回転運動の回転トルクを  $T_M$  とし、第 3 のナット 2 3 における軸方向運動の推力を  $F$   
20 とし、第 3 のネジ軸 2 2 のネジリードを  $L$  とし、回転往復変換効率を  $\eta_c$  とすると、

$$F = (2\pi \cdot T_M \cdot \eta_c) / L \quad \cdots (3 \text{ 式})$$

なる関係がある。

上記によるモータ軸 2 1 a の回転トルクから変換された第 3 のナット  
25 2 3 における軸方向運動の推力  $F$  は、実施の形態 1 に示した油圧シリンダ 5 1 のピストン 5 5 による第 1 のナット 3 における軸方向運動の推力

F 1 と同様の効果である。

第 1 のナット 3 の軸方向運動から、押引棒 5 6 の軸方向運動までの動作については、実施の形態 1 に示したものと同様であり、詳細な説明は省略するが、第 1 のナット 3 における軸方向運動の推力 F 1 が、往復回転変換部 2 におけるネジリード L 1 と回転往復変換部 7 おけるネジリード L 2 のリード比 ( $L 1 / L 2$ ) に比例して増幅され、押引棒 5 6 の軸方向運動の推力 F 2 として得られる効果は実施の形態 1 と同様である。

押引棒 5 6 が軸方向に推力 F 2 で移動すると、押引棒 5 6 に固定されたドロバー 7 3 が軸方向に同推力で移動し、軸方向動作をチャック爪 7 4 の径方向動作に変換してチャック 7 1 にワーク 6 7 を把持する。

ワーク 6 7 を、チャック爪 7 4 に把持した後、主軸モータ部 7 6 により主軸 7 0 が回転すると、ドロバー 7 3、チャック 7 1、動作変換機構 7 5、ワーク 6 7、アダプタ 7 2 a、7 2 b、押引棒 5 6、回転往復変換部 7 及び往復回転変換部 2 が連れ回りしながら、ワーク 6 7 が切削加工を行う。

回転往復変換部 7 の第 1 のナット 3 は、モータ回転往復変換部 2 0 の第 3 のナット 2 3 に軸受 2 6 により、回転自在に支承されているので、主軸 7 0 が回転してもモータ回転往復変換部 2 0 は、回転しない。

また、第 2 のナット 8 と、第 2 のナット 8 に螺合する第 2 のネジ軸 9 のネジリード角  $\beta$  は、ネジの摩擦係数を  $\mu$  としたとき、 $\tan \beta < \mu$  なる関係のネジで形成されており、この条件式を満足するネジは推力から回転トルクに変換する時の変換効率が負 (－) となり、ネジに回転トルクを与えて軸方向推力に変換することは可能であるが、軸方向推力を与えて回転トルクに変換することは不可能である。

即ち、第 2 のナット 8 を所定のトルクで回転させることにより、回り止めされた第 2 のナット 8 に螺合する第 2 のネジ軸 9 における軸方向運

動の推力には変換できるが、第2のネジ軸9に軸方向運動の推力が与えられても、第2のナット8は回転できない。

従って、ワーク67に所定の把持力（締め付け力）が作用するまでドローバー73に軸方向推力を与えた後、ドローバーの軸方向推力の反力が第2のネジ軸9に作用しても第2のナット8は緩まないのも、モータ軸21aの回転力を遮断しても、チャック爪74の把持力は保持される。ワーク加工中にモータ21への電流供給を無くすことは大きな省エネルギー効果がある。

更に、ワーク67の把持時に押引棒56がドローバー73に及ぼす軸方向推力の反力は、押引棒56、第2のネジ軸9、第2のナット8、第1のネジ軸4を経由して、第1の軸受12と主回転軸27とで受けられるので、第1のナット3及び軸受26にはかからない。

従って、軸受26は高速化、把持力の強化が可能となるばかりでなく、軸受寿命が向上する。

15

実施の形態3.

次にこの発明に係る実施の形態3を、第4図を用いて説明する。

なお、第4図は推力変換装置を適用したチャック装置を示す部分横断面図であり、実施の形態2の第3図と同一符号は同一または相当部分を示す。

20

上記実施の形態2において、第2のネジ軸9を主回転軸27に対して軸方向にのみ移動可能に回り止めする第2のリニアガイド10を、主回転軸27の負荷側端に配設しているが、この実施の形態3では、第4図に示すように第1のナット3を2重筒状構造とし、第2のリニアガイド10を、第2のネジ軸9の内周部と第1のナット3における内側リング3aの外周部との間に介在させることにより、第2のネジ軸9を第1の

25

ナット 3 の内側リング 3 a に対して軸方向にのみ移動可能に回り止めするようにしたものである。

- このような構成にすることでも実施の形態 2 と同様の効果が得られ、主回転軸 2 7 の負荷側端の軸方向長さ寸法を短くすることができ装置全
- 5 長寸法を短くできる。

実施の形態 4.

次にこの発明に係る実施の形態 4 を、第 5 図を用いて説明する。

- なお、第 5 図は推力変換装置を適用したチャック装置を示す部分横断面図であり、実施の形態 2 の第 3 図と同一符号は同一または相当部分を示す。
- 10

- 上記実施の形態 2 及び 3 においては、モータ 2 1 を主軸モータ部 7 6 に、取付け枠 2 8 を介して固定することによりモータ回転往復変換部 2 0、往復回転変換部 2、回転往復変換部 7、反力受け部 1 1、第 2 の軸受 2 6 を、主軸モータ部 7 6 に間接的に支持していたが、この実施の形態 4 では第 5 図に示すように、モータ負荷側ブラケット 2 1 b に固定されたモータ支持枠 2 9 に、主回転軸 2 7 を軸受 3 0 a、3 0 b を介して回転自在に且つ軸線方向に移動不可能に固定することによりモータ回転往復変換部 2 0 を主回転軸 2 7 に間接的に支持している。
- 15

- 主回転軸 2 7 は、アダプタ 7 2 a を介して主軸 7 0 の後端と固定されているので、従来例の第 1 4 図における回転油圧シリンダ 6 4 を、アダプタ 7 2 a を介して主軸 7 0 の後端と固定した方法と全く同様に、本実施の形態 4 によるチャック駆動装置（第 5 図においてアダプタ 7 2 a より左側部分）の取付けができ、レトロフィットが容易に可能となる。
- 20

- なおこの実施の形態 4 は、実施の形態 3 のものにも適用できることは言うまでもない。
- 25

### 実施の形態 5.

次にこの発明に係る実施の形態 5 を、第 6 図を用いて説明する。

5   なお、第 6 図は推力変換装置を適用したチャック装置を示す部分横断面図であり、実施の形態 2 の第 3 図と同一符号は同一または相当部分を示す。

10   第 6 図に示す本実施の形態にあっては、第 2 の軸受 26 をベアリング外輪に更に玉軸受けを設けたダブルベアリング構造としているので、内外周の玉は主軸回転数を相対的に半減した回転数を相互にうける。これにより、第 2 の軸受 26 の許容回転数が増加し、高速回転の主軸に対応可能となるとともに、内外周あるいは前後の玉が受けるスラスト方向荷重が、相対的に半減し、軸受けの長寿命化が図れる。

15   なおこの実施の形態 5 は、実施の形態 3、4 のものにも適用できることは言うまでもない。

### 実施の形態 6.

次にこの発明に係る実施の形態 6 を、第 7 図を用いて説明する。

20   なお、第 7 図は推力変換装置を適用したチャック装置を示す部分横断面図であり、実施の形態 2 の第 3 図と同一符号は同一または相当部分を示す。

第 7 図に示す本実施の形態にあっては、第 2 の軸受 26 を軸方向前後 2 列に設け、各々内輪を連結したダブルベアリング構造としている。

25   これにより、第 2 の軸受 26 の許容回転数が増加し、高速回転の主軸に対応可能となるとともに、内外周あるいは前後の玉が受けるスラスト方向荷重が、相対的に半減し、軸受けの長寿命化が図れる。

なおこの実施の形態 6 は、実施の形態 3、4 のものにも適用できるこ



とは言うまでもない。

#### 実施の形態 7.

5      なお、上述した各実施の形態においては、第 1 のナット 3 に第 1 ネジ軸 4 が螺合するように構成したものについて説明したが、両者を逆の関係、即ち第 1 のナット 3 をネジ軸とし、また第 1 ネジ軸 4 をナット部材としてもよい。

10      また、第 1 ネジ軸 4 に第 2 のナット 8 を固定したものについて説明したが、第 2 のナット 8 を固定することなく、ネジ部を第 1 ネジ軸 4 に形成することにより、このネジ部に第 2 のナット 8 の役目を持たすようにしてもよい。

また、第 1 のナット 3、第 1 のネジ軸 4、第 2 のナット 8、第 2 のネジ軸 9 は、ボールネジ、あるいはすべりネジ、あるいは台形ネジにより構成してもよいことはいうまでもない。

15      また、回り止めにリニアガイド 6 やリニアガイド 10 を適用した例を示したが、ボールスプライン、あるいはスライドキーを適用してもよい。

#### 実施の形態 8.

20      次にこの発明に係る実施の形態 8 を、第 8 図～第 11 図を用いて説明する。

なお、この実施の形態 8 は、実施の形態 2～7 で説明した推力変換装置を適用した旋盤のチャック装置を制御する制御装置に係るものである。

第 8 図は本発明の実施の形態 8 に係る制御装置の構成図で、図において、指令装置 77 は制御装置 86 の上位コントローラである。指令装置 77 の指令は指令入力部 78 を経て制御回路 80 へ入力される。また、  
25      モータ 21 の回転量は回転位置検出部 24 で検出され、回転量入力部 7

9より制御回路80へ入力される。また、制御回路80がモータ21に流す電流は電流検出回路82で検出される。制御回路80はインバータ回路81を駆動してモータ21を駆動する。さらに推力変換装置を高精度に動作させるために主軸モータに備えた主軸回転数検出器88が検出した主軸モータの回転数を主軸回転数入力部84を通じて制御回路80へ入力し、また押引棒56付近またはドローバー73付近に取り付けられた温度検出器87のデータを、ドローバー温度入力部85を通じて制御回路80へ入力する。

また、第8図において、83はメモリで、後述するピッチ誤差補正值、温度補正係数、温度変動と熱歪量の関係等が記憶される。105は補正装置入出力部、106はチャック爪74の設けられる反射ミラー、107は反射ミラー106を使ってチャック爪74の移動量を計測するレーザー測長器である。また114は第2の制御装置で、第1の入力部108、第2の入力部109、メモリ111、差分演算回路112、制御部110及びメモリライタ113で構成されている。

なお、反射ミラー106、レーザー測長器107及び第2の制御装置114は、推力変換装置の位置誤差を測定し、その測定値に基づいて演算される補正值をメモリ83に格納するためのもので、上記補正值をメモリ83に格納した後は取り外される。即ち、実際にチャック装置を使用する時には、反射ミラー106、レーザー測長器107及び第2の制御装置114は使用されない。

先ず、反射ミラー106、レーザー測長器107及び第2の制御装置114、並びに回転位置検出部24から出力される回転位置信号を用いて推力変換装置の位置誤差の補正值を演算し、メモリ83に格納する動作について、第10図に示すフローチャートを用いて説明する。

即ち、指令装置77から試験用動作パターンが指令として制御装置8

6へ出力されると、制御装置86は指令に従ってモータ21をサーボ制御(サーボオン)することにより推力変換装置を運転する(ステップ1、2)。推力変換装置を運転することにより、実施の形態2等で説明したように推力変換装置の動作機能によりチャック爪74が移動する。この

5 チャック爪74の移動量は反射ミラー106からの反射光をレーザー測長器107が検出し(ステップ3)、現在位置データとして第2の制御装置114の第2の入力部109を介して、制御部110へ出力される。一方、回転位置検出部24から出力される回転位置信号は第1の制御装置86の回転量入力部79、補正装置入出力部105を経由して制御装

10 置114の第1の入力部108を介し、制御部110へ出力され(ステップ4)、制御部110の制御により、上記現在位置データと回転位置データは、それぞれ差分演算回路112に出力される。

次に、制御部110のサンプリング命令により、差分演算回路112は回転位置データと現在位置データから、サンプリングされた位置におけるピッチ誤差補正値を演算し(ステップ5)、メモリ111へ格納する(ステップ6)。次にピッチ誤差補正値の計測が終了したか否かを判断し(ステップ7)、ピッチ誤差補正値の計測が終了していない場合には、

15 ステップ2～ステップ6を繰り返す。そしてピッチ誤差補正値を測定後、メモリ111に格納されたピッチ誤差補正値をメモリライター113に

20 出力する。メモリライター113は上記補正値を、補正装置入出力部105を介して制御装置86内のメモリ83に書き込む(ステップ8)。最後にモータ21を停止(サーボオフ)させる(ステップ9)ことにより、上記補正値測定動作を終了する。

以上の補正値測定動作完了後、本推力変換装置にてチャック装置を運

25 転するときには、レーザー測長器107、反射ミラー106及び第2の制御装置114を取り外して使用する。

なお、モータ 21 の回転にともない、第 1 の制御装置 86 の制御回路 80 では、指令入力部より入力された指令からメモリ 83 に記録された上記補正值を加算修正し、本修正指令値を指令としてモータ 21 を運転する。上記動作は誤差を考慮した指令となるため指令装置 77 の指令と  
5 チャック爪の位置の誤差をなくし、チャック爪位置を高精度に制御することができる。

次に実施の形態 8 における推力変換装置を適用した旋盤のチャック装置を制御する制御装置の動作について、第 9 図及び第 11 図を用いて説明する。なお、第 9 図は第 8 図の制御ブロック図、第 11 図は上記制御装置の動作を示すフローチャートである。  
10

先ず第 9 図に示す制御ブロック図について説明する。

指令装置 77 の制御モード切替え指令 77a により制御モード切替えスイッチ 90 が切り替わる。モータ 21 をトルク制御モードにより運転する場合、制御モード切替えスイッチ 90 が第 9 図の点線で示す状態となり、また切替えスイッチ 121 が指令装置 77 からの指令、または OR 回路 123 を介して出力される閾値判別部 122A~122C からの出力により実線で示す状態となる。そして指令装置 77 からトルク指令が入力され電流フィードバック制御によりモータ 21 に流れる電流を制御し、所要のトルクを発生させる。電流フィードバック制御は、差分回路 93、電流ループゲイン 96、インバータ回路 81 及び電流検出回路 82 により構成され、差分回路 93 により指令と電流検出回路 82 が検出した電流の差分をとり電流ループゲイン 96 に乗じてフィードバック制御を構成し、PWM 出力によりインバータ回路 81 を駆動し、モータ 21 を運転する。モータ 21 が発生したトルクは推力変換装置を介して  
20 チャック爪 74 に伝達されチャック爪位置に無関係に一定のチャック爪保持力を発生させる。  
25

またモータ 21 を位置制御モードにより制御する場合、制御モード切  
替えスイッチ 90 が第 9 図の実線で示す状態となり、また切替えスイッ  
チ 121 が指令装置 77 からの指令、または CR 回路 123 を介して出  
力される閾値判別部 122A~122C からの出力により実線で示す状  
態となる。そして指令装置 77 から位置指令が位置制御に入力され、位  
置フィードバック制御によりモータ 21 の回転位置を制御する。位置フ  
ィードバック制御は差分回路 91、位置ループゲイン 96、速度フィード  
バック制御及び回転位置検出部 24 により構成され、差分回路 91 に  
より指令と回転位置検出部 24 が検出した位置の差分をとり位置ループ  
ゲイン 94 を乗じてフィードバック制御を構成し、速度フィードバック  
制御をマイナーループとしてモータ 21 を運転する。速度フィードバッ  
ク制御は差分回路 92、速度ループゲイン 96 及び電流フィードバック  
制御により構成され、差分回路 92 により、指令と回転位置検出部 24  
が検出した位置の時間微分により計算した速度との差分をとり、速度ル  
ープゲイン 95 を乗じてフィードバック制御を構成し、電流フィードバ  
ック制御をマイナーループとしてモータ 21 を運転する。電流フィード  
バック制御の動作は前述のとおりである。

また、主軸回転検出器 88 が検出した回転速度は、補正演算部 97、  
98 を経て位置制御モードでは加算回路 99、トルク制御モードでは加  
算回路 100 で補正值として指令に加算される。補正演算部 97、98  
では前記主軸回転速度の 2 乗に比例係数を乗じた値、すなわち遠心力に  
相当する補正值を計算する。位置制御モードでは遠心力によるドローバ  
ー等の歪に相当する補正量を計算する。補正演算部 97、98 の内容に  
ついては後述する。

なお、補正演算部 97、98 の出力は閾値判定部 122A、122C  
にも出力され、閾値判定部 122A、122C は、その補正量が所定の閾

値より超えた場合、即ち補正要と判断したとき出力し、OR回路123を通じて切替えスイッチ121を実線位置に切替える。

また、温度検出器87が検出した温度と基準温度101から、温度変動を差分回路103で計算し、温度補正係数（膨張係数）102を乗じて温度膨張によるチャック爪位置変動補正值とし、加算回路104で指令に  
5 加算し、温度変動に伴うチャック爪位置誤差を補正する。

なお、上記チャック爪位置変動補正值は閾値判定部122Bにも出力され、閾値判定部122Bは、その補正量が所定の閾値より超えた場合、即ち補正要と判断したとき出力し、OR回路123を通じて切替えス  
10 ャッチ121を実線位置に切替える。

また、上記チャック爪位置変動補正值と、補正量演算部98で演算された主軸回転数に関連する補正量とが加算回路126で加算されて指令装置77に入力され、指令装置77では加算回路126の加算結果に応じて制御モード切替えスイッチ90を切替え、トルク制御モード及び位  
15 置制御モードの何れかとする。

また、温度変動幅が小さい場合は温度変動と膨張率は線形な関係にあると近似可能なため、上記のように温度補正演算部105は温度変動に比例した値を出力するが、押引棒56やドロバー73の熱歪と温度変動が非線形な場合には温度変動と熱歪量の関係をメモリ83に記録して  
20 補正值を読み出すようにしてもよい。例えば動作保証温度を0度～50度とし、0度を基準に10度での膨張率をメモリ83のアドレスa[1]へ、20度での膨張率をメモリ83のアドレスa[2]へ、30度での膨張率をメモリ83のアドレスa[3]へ、40度での膨張率をメモリ83のアドレスa[4]へ、50度での膨張率をメモリ83のアドレスa[5]へに記録しておき、メモリ83のアドレスa[i]（iは1～5の整数）のデータをd[a[i]]、計測  
25 された温度をTとして

温度  $T$  での膨張率  $= d[a[\text{Floor}(T/10)]]$

として計算する。ただし  $\text{Floor}$  とは小数点以下を切り捨てる関数とする。

または上記計測点を直線近似し、

温度  $T$  での膨張率  $=$

$$5 \quad (d[a[\text{Floor}(T/10+1)]] - d[a[\text{Floor}(T/10)]]) * (T - 10 * \text{Floor}(T/10)) / 10 + d[a[\text{Floor}(T/10)]]$$

として更なる精度向上が可能である。

上述のような制御装置でチャック装置を制御する場合、第 11 図に示すように制御する。

- 10 即ち、先ず指令装置 77 により制御モード切替えスイッチ 90 を実線位置に切換えると同時に切替えスイッチ 121 を実線位置に切替えて位置制御モードに設定し（ステップ 11）、次にモータ 21 をサーボオンして（ステップ 12）チャック爪 74 がワーク 67 を把持する直前までは位置制御モードで運転する（ステップ 13）。その後、把持力を制御して
- 15 ワーク 67 を適切な把持力で把持する必要があるため、指令装置 77 により制御モード切替えスイッチ 90 を点線位置に切換え（ステップ 14）、モータ 21 を、所要トルクを発生させるトルク制御モードで運転する（ステップ 15）。

- なお、所要トルクは、第 3 のネジ軸 22、第 3 のナット 23 のリード
- 20 長を  $L_3$ 、回転直線変換効率を  $\eta_3$  とし、モータトルクを  $T_m$ 、ドローバー 73 とチャック爪 74 の移動量の比を  $R$ 、ドローバー 73 の推力をチャック爪 74 の把持力に変換する効率を  $\eta_4$  とし、把持力を  $F$  とすると上記 1 式、2 式から

$$T_m = L_2 \cdot L_3 \cdot R \cdot F / (2\pi \cdot L_1 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot \eta_3 \cdot \eta_4) \cdots (4 \text{ 式})$$

- 25 で表すことができる。

そして上記トルクをモータ 21 に発生させ所要把持力発生後は、モー

タ 2 1 をサーボオフする（ステップ 6）。なお、サーボオフ時には指令装置 7 7 により切替えスイッチ 1 2 1 を点線位置に切替えられる。また、上記トルクをモータ 2 1 に発生させ所要把持力発生後にサーボオフしても、第 2 のネジ軸 9 は効率負でセルフロック状態にあるため、チャック  
5 の把持力は持続する。

即ち、実施の形態 2 で説明したように、第 2 のナット 8 と、第 2 のナット 8 に螺合する第 2 のネジ軸 9 のネジリード角  $\beta$  は、ネジの摩擦係数を  $\mu$  としたとき、 $\tan \beta < \mu$  なる関係のネジで形成されており、この条件式を満足するネジは推力から回転トルクに変換する時の変換効率が負  
10 （－）となり、ネジに回転トルクを与えて軸方向推力に変換することは可能であるが、軸方向推力を与えて回転トルクに変換することは不可能であるからである。

ワーク 6 7 の把持後、ワーク 6 7 を加工するため主軸モータ 7 6 を高速回転すると、チャック爪 7 4 に遠心力が働きドロバー 7 3 や押引棒  
15 5 6 の剛性に応じて把持力が低下する。このため、指令装置 7 7 は主軸の回転数が増加したことを把握することにより、制御モード切替スイッチ 9 0 を点線位置（トルク制御モード）に切替える。またこのとき現把持力と要求把持力を比較し（ステップ 1 7）、把持力を増大させる必要が生じた時、閾値判定部 1 2 2 C の出力により切替えスイッチ 1 2 1 を  
20 実線位置に切替えてモータ 2 1 をサーボオンし（ステップ 1 8 a）、主軸回転数の 2 乗に比例した遠心力分をトルク指令に付加して増し締めを行う（ステップ 1 9 a）。増し締めが完了すると、閾値判定部 1 2 2 C の出力がなくなるので切替えスイッチ 1 2 1 が点線位置に切替えられてモータ 2 1 がサーボオフする（ステップ 2 0 a）。なお、上記遠心力相  
25 当の補正量計算は、第 9 図に示す補正量演算部 9 7 が担当する。

逆に高速回転していた主軸モータ 7 6 が減速または停止すると、遠心



力分増加させていた把持力がワーク 67 にかかり、場合によりワーク 67 に傷がつく。このため、指令装置 77 は主軸が減速または停止したことを把握することにより、制御モード切替スイッチ 90 を実線位置（位置制御モード）に切替えるとともに、閾値判定部 122A の出力により  
5 切替えスイッチ 121 を実線位置に切替えてモータ 21 をサーボオンし（ステップ 18b）、次式にて得られる移動量だけモータ 21 を逆回転させ把持力を弱める（ステップ 19b）。

$$\Delta = C (\omega_1^2 - \omega^2) / k \cdots (5 \text{ 式})$$

ただし、C：チャック爪の慣性モーメント、 $\omega$ ：前回把持力発生時の  
10 主軸モータ角速度、 $\omega_1$ ：現在の主軸モータ角速度、k：ドローパー 73、押引棒 56 の弾性係数、 $C \cdot \omega^2$ は遠心力、 $\Delta$ は遠心力による応力歪量を示す。上記  $\Delta$  だけモータ 21 を逆回転させ保持力を弱めると、閾値判定部 122A の出力がなくなるので切替えスイッチ 121 が点線位置に切替えられてモータ 21 をサーボオフする（ステップ 20b）。チャ  
15 ック爪 74 が把持中、即ち加工中は常に把持状態を監視する（ステップ 21）ため、ステップ 17～21 を繰り返す。なお、上式の演算は、第 9 図に示す補正量演算部 98 が担当する。

また、主軸の回転数が上昇するとチャック爪を閉める方向にモータ 21 を駆動する必要があるが、この主軸回転数上昇時にドローパー等が温  
20 度上昇するとチャック爪が閉まる方向となるため、主軸の回転数が上昇したからといって、一概にチャック爪を閉める方向にモータ 21 を駆動することはできない。場合により、主軸の回転数が上昇してもチャック爪を緩める方向にモータ 21 を駆動する必要がある場合がある。

このため、この実施の形態 8 にあつては、上記検出温度に係るチャック  
25 爪位置変動補正量と、補正量演算部 98 で演算された主軸回転数に関連する補正量とが加算回路 126 で加算されて指令装置 77 に入力され、

指令装置 77 では加算回路 126 の加算結果に応じて制御モード切替えスイッチ 90 を切替え、トルク制御モード及び位置制御モードの何れかのモードとするよう構成されている。

- 5 即ち、加算回路 126 の加算結果が、チャック爪を閉める方向の結果であるならば、指令装置 77 は制御モード切替えスイッチ 90 を点線位置（トルク制御モード）に切替え、またチャック爪を緩める方向の結果であるならば、制御モード切替えスイッチ 90 を実線位置（位置制御モード）に切替える。なお、以後の動作は上述したとおりである。

- 10 また、モータ 21 が駆動されるとき、レーザー測長器 107、反射ミラー 106 及び第 2 の制御装置 114 にて生成されメモリ 83 に記憶されたピッチ誤差補正值 124 を、回転検出部 24 より出力される角速度に基づいて読出し、加算回路 125 に加算することによりピッチ誤差補正がなされる。

## 15 実施の形態 9.

次にこの発明に係る実施の形態 9 を第 8 図及び第 12 図を用いて説明する。

- 20 なお、この実施の形態 9 は、実施の形態 2～7 で説明した推力変換装置を適用した旋盤のチャック装置を制御する制御装置に係るもので、推力変換装置に手動指令装置（パルス発生機）により指令を与える場合のものである。

- 25 第 12 図はその制御ブロック図である。位置指令は、パルス発生機等の手動による手動指令装置 115 で制御装置 86 へ入力される。位置指令が入力されると、差分回路 91 で指令位置と実際の位置の誤差が計算されるが、チャック開状態であればその位置誤差は僅かである。また、上記位置誤差に比例した値（フィルタ 117 および補正係数 118 との

積)と初期電流制限値119とが加算回路120で加算され、電流制限116の電流制限値となるが、チャック開状態であれば上記位置誤差が僅かであるので、電流制限116は初期電流制限値119に近い値となる。また、チャック開状態ではモータ21の負荷が小さいので、位置指令5に基づく電流指令は電流制限116の電流制限値を下回る。

従って、チャック開状態から閉状態とするため、指令を手動指令装置115で制御装置86へ入力すると、チャック閉状態となるまで、位置制御運転となる。

そしてチャック閉状態となると、手動指令装置115より位置指令が10 制御装置86に入力されても、ワーク67を把持しているため上記位置指令に追従できず、位置誤差が増大する。上述のとおり、差分回路91より上記位置誤差が検出され、誤差に比例した値(フィルタ117および補正係数118との積)と初期電流制限値119が加算回路120で加算され、これが電流制限116の電流制限値となるが、チャック閉状態15 では、手動指令装置115より位置指令が制御装置86に入力されてもワーク67を把持しているため上記位置指令に追従できず位置誤差が大であるため、指令側からの電流指令が電流制限116による電流制限値を上回る状態となり、電流制限116の電流制限値による電流制御状態となる。

20 即ち、チャック閉状態では手動指令装置77の出力はトルク指令として機能する。

以上のようにこの発明によれば、往復運動手段と、この往復運動手段の往復運動を回転運動に変換する往復回転変換手段と、この往復回転変換手段の回転運動を往復運動に変換する回転往復変換手段と、この回転往復変換手段の往復運動の反力を支承する反力受け手段とを備える構成25

としたので、往復運動手段に与えた推力を、小型且つ簡単な構成をもって増幅或いは縮小して負荷側に与えることができる、プレス加工装置やチャック駆動装置等に適用して有用な新規な推力変換装置を得ることができる。

- 5      またこの発明によれば、往復運動手段、往復回転変換手段、回転往復変換手段及び反力受け手段を、同一軸線上に配列し、それら全ての中心軸に貫通穴を設けたので、長尺材料を加工する旋盤のチャックに適用可能な推力変換装置を得ることができる。

- 10      またこの発明によれば、往復回転変換手段を、往復運動手段にて軸方向の推力が与えられる第1のネジ部材と、この第1のネジ部材に螺合する第2のネジ部材と、前記第1のネジ部材を軸方向にのみ移動可能に回り止めする第1の回り止め部とを有するものとし、回転往復変換手段を、前記第2のネジ部材に、第1のネジに螺合するネジ部とは別位置に設けられたネジ部と、このネジ部に螺合する第3のネジ部材と、この第3の  
15      ネジ部材を軸方向にのみ移動可能に回り止めする第2の回り止め部とを有するものとし、反力受け手段を、基体と、前記第2のネジ部材と、前記基体に前記第2のネジ部材を回転自在に且つ軸方向に移動不可能に支承する第1の軸受とを有するものとしたので、各構成部品の殆どをネジ部材で構成でき、よって量産性に優れた安価な推力変換装置を得ることが  
20      できる。

- またこの発明によれば、第1のネジ部材を、往復運動手段に第2の軸受を介して回転自在に支承したので、往復運動手段と、往復回転変換手段、回転往復変換手段及び反力受け手段とを、簡単な部品をもって回転方向に分離でき、ひいては負荷側が高速回転する旋盤のチャック装置に  
25      適用可能な推力変換装置を得ることができる。

またこの発明によれば、往復運動手段を、モータと、該モータの軸の

回転運動を往復運動に変換するモータ回転往復変換手段とを有するものとしたので、メンテナンス性が良好で、且つ負荷側に出力する推力を、簡単な構成をもって無段階に容易に制御できる推力変換装置を得ることができる。

- 5      またこの発明によれば、往復運動手段を、モータと、このモータの軸の負荷側端に設けられた第4のネジ部材、この第4のネジ部材に螺合する第5のネジ部材及びこの第5のネジ部材を軸方向にのみ移動可能に回り止めする第3の回り止め部を有し、前記モータの軸の回転運動を往復運動に変換するモータ回転往復変換手段とを有するものとし、前記往復
- 10   回転変換手段を、前記第5のネジ部材に第2の軸受を介して回転自在に且つ軸方向に移動不可能に支承される第1のネジ部材と、この第1のネジ部材に螺合する第2のネジ部材と、前記第1のネジ部材を軸方向にのみ移動可能に回り止めする第1の回り止め部とを有するものとし、回転往復変換手段を、前記第2のネジ部材に、第1のネジに螺合するネジ部
- 15   とは別位置に設けられたネジ部と、このネジ部に螺合する第3のネジ部材と、この第3のネジ部材を軸方向にのみ移動可能に回り止めする第2の回り止め部とを有するものとし、反力受け手段を、基体と、前記第2のネジ部材と、前記基体に前記第2のネジ部材を回転自在に且つ軸方向に移動不可能に支承する第1の軸受とを有するものとしたので、各構成部
- 20   品の殆どをネジ部材で構成でき、よって量産性に優れた安価な推力変換装置を得ることができる。また、メンテナンス性が良好で、且つ負荷側に出力する推力を、簡単な構成をもって無段階に容易に制御できる推力変換装置を得ることができる。

- またこの発明によれば、第3のネジ部材を軸方向にのみ移動可能に回
- 25   り止めする第2の回り止め部を、第3のネジ部材と第1のネジ部材との間に介在させたので、軸方向寸法が短い推力変換装置を得ることができ

る。

またこの発明によれば、第1のネジ部材及びこの第1のネジ部材に螺合する第2のネジ部材のネジリードを、第2のネジ部材に、第1のネジ部材に螺合するネジ部とは別位置に設けられたネジ部及びこのネジ部に螺合する第3のネジ部材のネジリードよりも大きなネジリードで形成したので、簡単な構成をもって小さい推力の駆動源で負荷側に大きな推力を得ることができ、しかもその増幅単位を微細にできる推力変換装置を得ることができる。

またこの発明によれば、第1のネジ部材及びこの第1のネジ部材に螺合する第2のネジ部材のネジリードを、第2のネジ部材に、第1のネジ部材に螺合するネジ部とは別位置に設けられたネジ部及びこのネジ部に螺合する第3のネジ部材のネジリードよりも小さなネジリードで形成したので、推力を、簡単な構成をもって縮小して負荷側に与えることができ、しかもその縮小単位を微細にできる推力変換装置を得ることができる。

またこの発明によれば、第2のネジ部材に、第1のネジ部材に螺合するネジ部とは別位置に設けられたネジ部及びこのネジ部に螺合する第3のネジ部材のネジリード角を $\beta$ とし、ネジの摩擦係数を $\mu$ としたとき、

$$\tan \beta < \mu$$

なる関係にしたので、回転トルクを推力に変換することはできるが、推力を回転トルクに変換できなくなり、従って負荷側からの反作用推力による第3のネジ部材の緩みを防止でき、ひいては一旦所定の推力を与えた後に往復運動手段の推力を遮断でき省エネルギー化を図ることができる。また、往復運動手段と往復回転変換手段とを回転方向に分離するため、往復運動手段と往復回転変換手段との間に第2の軸受を介在させた場合、この第2の軸受にスラスト荷重がかからなくなり軸受け寿命を延ばすことのできる推力変換装置を得ることができる。

またこの発明によれば、前記モータの負荷側ブラケットに固定された取付け枠に、前記基体に相当するチャック装置の主回転軸を、軸受を介して回転自在に且つ軸芯方向に移動不可能に固定したので、従来の油圧、空圧シリンダを使用したチャック装置への置き換えが容易な推力変換装置を得ることができる。

またこの発明によれば、第2の軸受を、ダブルベアリングで構成したので、スラスト方向荷重を半減でき、軸受の寿命を延ばすことができる推力変換装置を得ることができる。

またこの発明によれば、モータとして、電流制御によりトルク制御可能なモータ用い、且つ前記モータの電流を一定に制御することで一定推力を発生させるようにしたので、常に一定の推力を発生できる推力変換装置を得ることができる。

またこの発明によれば、モータとして、位置制御及びトルク制御が可能なモータを用い、且つ前記モータを所定位置までは位置制御を行い、その後トルク制御を行うようにしたので、負荷側に常に適切な一定の推力を与えることができる。また、この勢力変換装置を旋盤のチャック装置に適用した場合、チャック動作を高速化できる推力変換装置を得ることができる。

またこの発明によれば、推力変換装置の駆動源以外の外部駆動源の運動状態に基づいて推力変換装置のモータの位置またはトルクを補正する補正量を演算し、この演算した補正量に基づいて推力変換装置のモータの位置またはトルクを補正するようにしたので、特別な装置を付加することなく、機械的外乱要因が推力変換装置に加わるのを排除することができ、ひいては精度のよい推力変換装置を得ることができる。例えばこの推力変換装置をチャック装置に採用した場合、遠心力による外乱要因を排除することができ、常に適切な把持力を発生させることができる。

またこの発明によれば、推力変換装置を搭載した機械の温度に基づいて、推力変換装置のモータの位置を補正する補正量を演算またはメモリより読出し、この補正量に基づいて推力変換装置のモータの位置を補正するようにしたので、特別な装置を付加することなく、熱的外乱要因が

5 推力変換装置に加わるのを排除することができ、ひいては精度のよい推力変換装置を得ることができる。例えばこの推力変換装置をチャック装置に採用した場合、熱的外乱要因を排除することができ、常に適切な把持力を発生させることができる。

またこの発明によれば、推力変換装置の駆動源以外の外部駆動源の運動状態を入力する入力部と、この入力部を通じて入力された前記運動状態に基づいて推力変換装置のモータの位置またはトルクを補正する補正量を演算する演算手段と、この演算した補正量に基づいて推力変換装置のモータの位置またはトルクを補正する補正手段とを備える構成としたので、特別な装置を付加することなく、機械的外乱要因が推力変換装置

10 に加わるのを排除することができ、ひいては精度のよい推力変換装置を得ることができる。例えばこの推力変換装置をチャック装置に採用した場合、遠心力による外乱要因を排除することができ、常に適切な把持力を発生させることができる。

またこの発明によれば、推力変換装置を搭載した機械の温度を入力する入力部と、この入力部を通じて入力された温度に基づいて、推力変換装置のモータの位置を補正する補正量を演算またはメモリより読出す手段と、この補正量に基づいて推力変換装置のモータの位置を補正する補正手段とを備える構成としたので、特別な装置を付加することなく、熱的外乱要因が推力変換装置に加わるのを排除することができ、ひいては

20 精度のよい推力変換装置を得ることができる。例えばこの推力変換装置をチャック装置に採用した場合、熱的外乱要因を排除することができ、常



に適切な把持力を発生させることができる。

またこの発明によれば、トルク及び位置が制御可能なモータに対し位置指令を入力する手動指令装置と、前記モータを位置制御及びトルク制御する制御手段と、前記位置指令と現在位置の差分が所定値以下のとき、  
5 前記差分に基づいてモータを位置制御で運転し、前記位置指令と現在位置の差分が所定値を超えると、モータをトルク制御に切替える切替え手段とを備える構成としたので、推力変換装置が機械的に拘束された後の推力調整を手動で容易に実施することができる。また、この推力変換装置を旋盤のチャック装置に適用した場合、オペレータが位置指令を入力するだけで位置制御からトルク制御に遷移するので、オペレータはチャック開閉の各状態をさほど考慮することなく適切なチャック開閉動作を行わせることができる。

またこの発明によれば、前記切替え手段を、モータに対する電流指令を制限する電流制限手段と、前記位置指令と現在位置の差分が所定値以下のとき前記電流制限手段の制限電流値を前記差分に基づく電流指令値より大きく設定し、前記位置指令と現在位置の差分が所定値を超えると  
15 き前記電流制限手段の制限電流値を前記差分に基づく電流指令値より小さく設定する手段とを有するものとしたので、推力変換装置が機械的に拘束された後の推力調整を手動で容易に実施することができる。また、フィードバックループのゲインを変更することなく本推力の調整を行うことができるので、制御が不安定になるのを防止できる。また、この推力変換装置を旋盤のチャック装置に適用した場合、オペレータが位置指令を入力するだけで位置制御からトルク制御に遷移するので、オペレータはチャック開閉の各状態をさほど考慮することなく適切なチャック開  
20 閉動作を行わせることができる。

またこの発明によれば、推力変換装置の機械的位置誤差を補正する補

- 正值を入力する入力部と、この入力部を通じて入力された補正值を記憶する記憶手段と、この記憶手段に記憶された補正值に基づいて推力変換装置の機械的位置誤差を補正する補正手段とを備える構成としたので、
- 5 モータに取り付けられる回転検出器や推力変換装置の機構の精度に左右されることなく、推力変換装置の位置精度を向上させることができ、ひいては安価な部品を使用してコストダウンを図りつつ高精度な推力変換装置を得ることができる。

#### 産業上の利用可能性

- 10 この発明に係る推力変換装置、並びにこの推力変換装置を制御する方法及び制御装置は、プレス加工装置や、旋盤のチャック装置に適用できる。またその他、減速機を必要とする機器にも適用できる。

## 請 求 の 範 囲

1. 往復運動手段と、この往復運動手段の往復運動を回転運動に変換する往復回転変換手段と、この往復回転変換手段の回転運動を往復運動に変換する回転往復変換手段と、この回転往復変換手段の往復運動の反力を支承する反力受け手段とを備えてなる推力変換装置。

2. 前記往復運動手段、往復回転変換手段、回転往復変換手段及び反力受け手段は、同一軸線上に配列され、それら全ての中心軸に貫通穴が設けられていることを特徴とする請求の範囲第1項に記載の推力変換装置。

3. 前記往復回転変換手段は、前記往復運動手段にて軸方向の推力が与えられる第1のネジ部材と、この第1のネジ部材に螺合する第2のネジ部材と、前記第1のネジ部材を軸方向にのみ移動可能に回り止めする第1の回り止め部とを有するものであり、

15 前記回転往復変換手段は、前記第2のネジ部材に、第1のネジに螺合するネジ部とは別位置に設けられたネジ部と、このネジ部に螺合する第3のネジ部材と、この第3のネジ部材を軸方向にのみ移動可能に回り止めする第2の回り止め部とを有するものであり、

前記反力受け手段は、基体と、前記第2のネジ部材と、前記基体に前記第2のネジ部材を回転自在に且つ軸方向に移動不可能に支承する第1の軸受とを有するものである、

ことを特徴とする請求の範囲第1項または第2項に記載の推力変換装置。

4. 前記第1のネジ部材は、前記往復運動手段に第2の軸受を介して回転自在に支承されていることを特徴とする請求の範囲第3項に記載の推力変換装置。

5. 前記往復運動手段は、モータと、このモータの軸の回転運動を往復運動に変換するモータ回転往復変換手段とを有するものであることを特徴とする請求の範囲第1項～第4項の何れかに記載の推力変換装置。

6. 前記往復運動手段は、モータと、このモータの軸の負荷側端に設けられた第4のネジ部材、この第4のネジ部材に螺合する第5のネジ部材及びこの第5のネジ部材を軸方向にのみ移動可能に回り止めする第3の回り止め部を有し、前記モータの軸の回転運動を往復運動に変換するモータ回転往復変換手段と、を有するものであり、

前記往復回転変換手段は、前記第5のネジ部材に第2の軸受を介して  
10 回転自在に且つ軸方向に移動不可能に支承される第1のネジ部材と、この第1のネジ部材に螺合する第2のネジ部材と、前記第1のネジ部材を軸方向にのみ移動可能に回り止めする第1の回り止め部とを有するものであり、

前記回転往復変換手段は、前記第2のネジ部材に、第1のネジに螺合  
15 するネジ部とは別位置に設けられたネジ部と、このネジ部に螺合する第3のネジ部材と、この第3のネジ部材を軸方向にのみ移動可能に回り止めする第2の回り止め部とを有するものであり、

前記反力受け手段は、基体と、前記第2のネジ部材と、前記基体に前記第2のネジ部材を回転自在に且つ軸方向に移動不可能に支承する第1  
20 の軸受とを有するものである、

ことを特徴とする請求の範囲第1項または第2項に記載の推力変換装置。

7. 前記第3のネジ部材を軸方向にのみ移動可能に回り止めする第2の回り止め部は、前記第3のネジ部材と第1のネジ部材との間に介在されていることを特徴とする請求の範囲第3項～第6項の何れかに記載の推力変換装置。

8. 前記第1のネジ部材及びこの第1のネジ部材に螺合する第2のネジ部材のネジリードは、前記第2のネジ部材に、第1のネジ部材に螺合するネジ部とは別位置に設けられたネジ部及びこのネジ部に螺合する第3のネジ部材のネジリードよりも大きなネジリードで形成されていることを  
5 特徴とする請求の範囲第3項～第7項の何れかに記載の推力変換装置。

9. 前記第1のネジ部材及びこの第1のネジ部材に螺合する第2のネジ部材のネジリードは、前記第2のネジ部材に、第1のネジ部材に螺合するネジ部とは別位置に設けられたネジ部及びこのネジ部に螺合する第3のネジ部材のネジリードよりも小さなネジリードで形成されていることを  
10 特徴とする請求の範囲第3項～第7項の何れかに記載の推力変換装置。

10. 前記第2のネジ部材に、第1のネジ部材に螺合するネジ部とは別位置に設けられたネジ部及びこのネジ部に螺合する第3のネジ部材のネジリード角を $\beta$ とし、ネジの摩擦係数を $\mu$ としたとき、

$$\tan \beta < \mu$$

15 なる関係にて形成されていることを特徴とする請求の範囲第3項～第9項の何れかに記載の推力変換装置。

11. モータの負荷側ブラケットに固定された取付け枠に、前記基体に相当するチャック装置の主回転軸が、第3の軸受を介して回転自在に且つ軸芯方向に移動不可能に固定されていることを特徴とする請求の範囲  
20 第3項～第10項の何れかに記載の推力変換装置。

12. 前記第2の軸受は、ダブルベアリングで構成されていることを特徴とする請求の範囲第4項～第11項の何れかに記載の推力変換装置。

13. 請求の範囲第5項または第6項に記載の推力変換装置を制御する方法において、モータとして、電流制御によりトルク制御可能なモータ  
25 用い、且つ前記モータの電流を一定に制御することで一定推力を発生させることを特徴とする推力変換装置の制御方法。

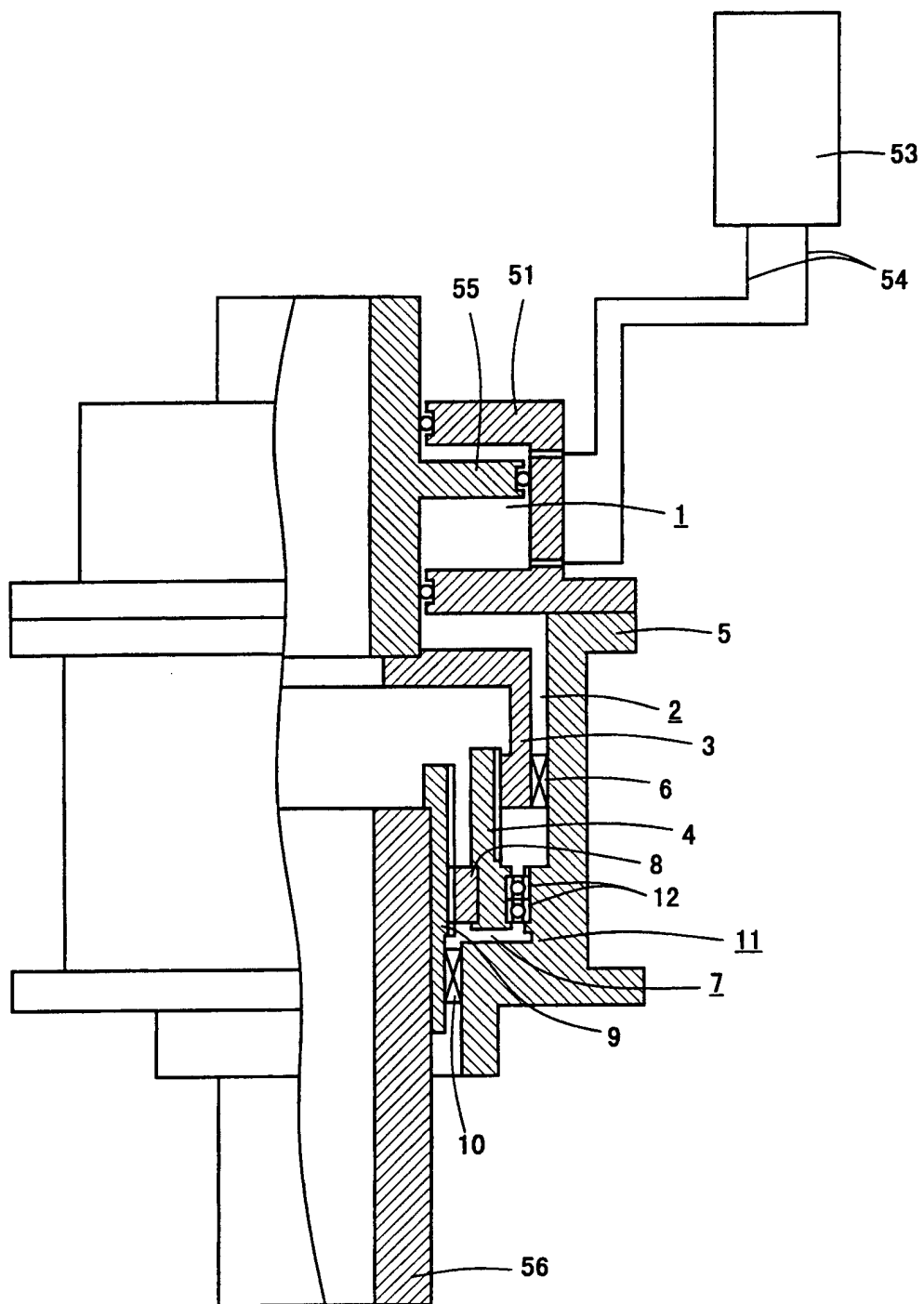
- 1 4. 請求の範囲第5項または第6項に記載の推力変換装置を制御する方法において、モータとして、位置制御及びトルク制御が可能なモータを用い、且つ前記モータを所定位置までは位置制御を行い、その後トルク制御を行うことを特徴とする推力変換装置の制御方法。
- 5 1 5. 請求の範囲第5項または第6項に記載の推力変換装置を制御する方法において、推力変換装置の駆動源以外の外部駆動源の運動状態に基づいて推力変換装置のモータの位置またはトルクを補正することを特徴とする推力変換装置の制御方法。
- 1 6. 請求の範囲第5項または第6項に記載の推力変換装置を制御する
- 10 方法において、推力変換装置を搭載した機械の温度に基づいて推力変換装置のモータの位置を補正することを特徴とする推力変換装置の制御方法。
- 1 7. 請求の範囲第5項または第6項に記載の推力変換装置を制御する装置において、推力変換装置の駆動源以外の外部駆動源の運動状態を入力する入力部と、この入力部を通じて入力された前記運動状態に基づいて推力変換装置のモータの位置またはトルクを補正する補正量を演算する演算手段と、この演算した補正量に基づいて推力変換装置のモータの位置またはトルクを補正する補正手段とを備えてなる推力変換装置の制御装置。
- 15
- 20 1 8. 請求の範囲第5項または第6項に記載の推力変換装置を制御する装置において、推力変換装置を搭載した機械の温度を入力する入力部と、この入力部を通じて入力された温度に基づいて、推力変換装置のモータの位置を補正する補正量を演算またはメモリより読出す手段と、この補正量に基づいて推力変換装置のモータの位置を補正する補正手段とを備えてなる推力変換装置の制御装置。
- 25
- 1 9. 請求の範囲第5項または第6項に記載の推力変換装置を制御する

装置において、トルク及び位置が制御可能なモータに対し位置指令を入力する手動指令装置と、前記モータを位置制御及びトルク制御する制御手段と、前記位置指令と現在位置の差分が所定値以下のとき、前記差分に基づいてモータを位置制御で運転し、前記位置指令と現在位置の差分が所定値を超えると、モータをトルク制御に切替える切替え手段とを備えてなる推力変換装置の制御装置。

20. 請求の範囲第19項に記載の推力変換装置を制御する装置において、切替え手段は、モータに対する電流指令を制限する電流制限手段と、前記位置指令と現在位置の差分が所定値以下のとき前記電流制限手段の制限電流値を前記差分に基づく電流指令値より大きく設定し、前記位置指令と現在位置の差分が所定値を超えると前記電流制限手段の制限電流値を前記差分に基づく電流指令値より小さく設定する手段とを有するものであることを特徴とする推力変換装置の制御装置。

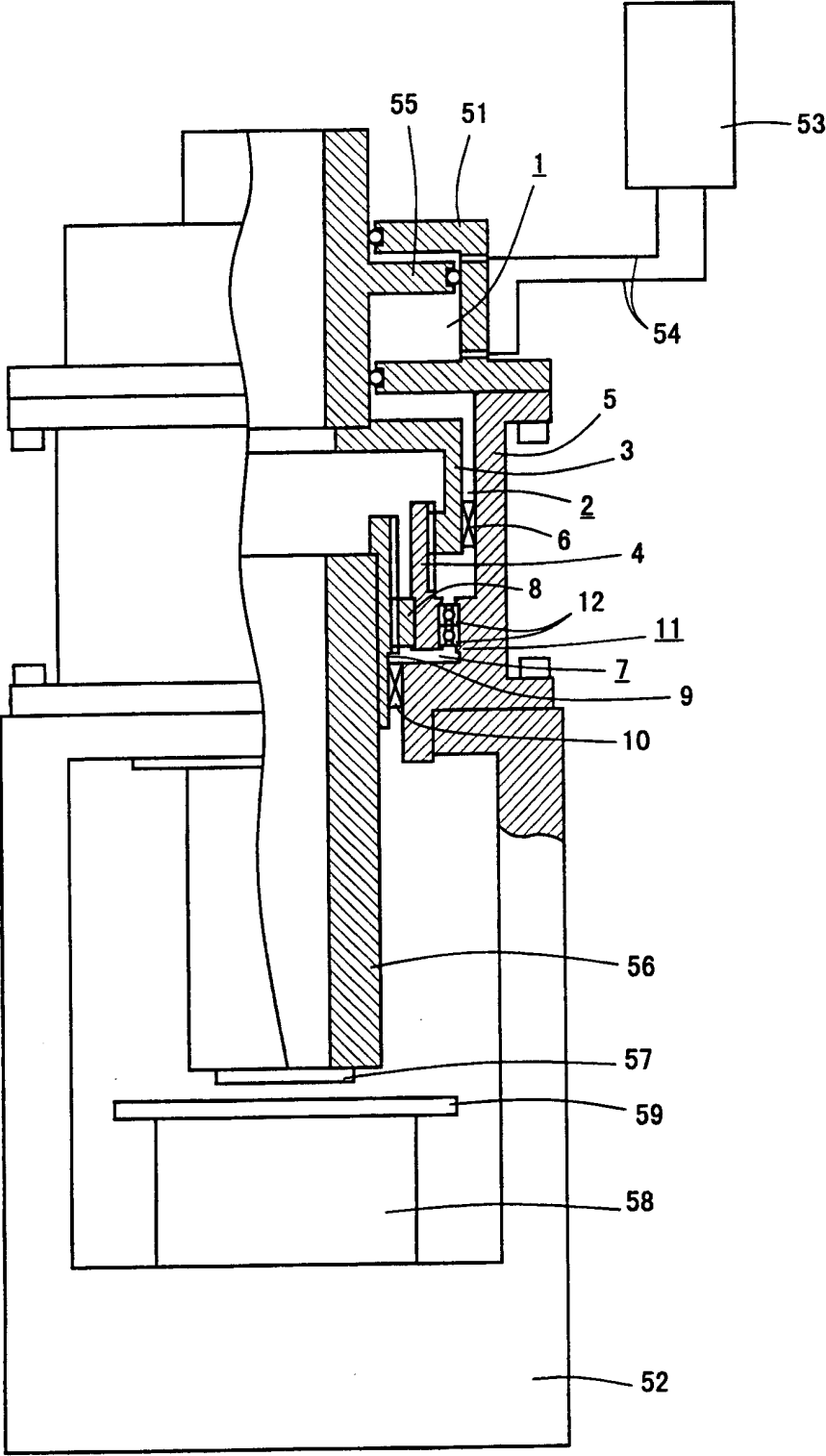
21. 請求の範囲第5項または第6項に記載の推力変換装置を制御する装置において、推力変換装置の機械的位置誤差を補正する補正值を入力する入力部と、この入力部を通じて入力された補正值を記憶する記憶手段と、この記憶手段に記憶された補正值に基づいて推力変換装置の機械的位置誤差を補正する補正手段とを備えてなる推力変換装置の制御装置。

第1図





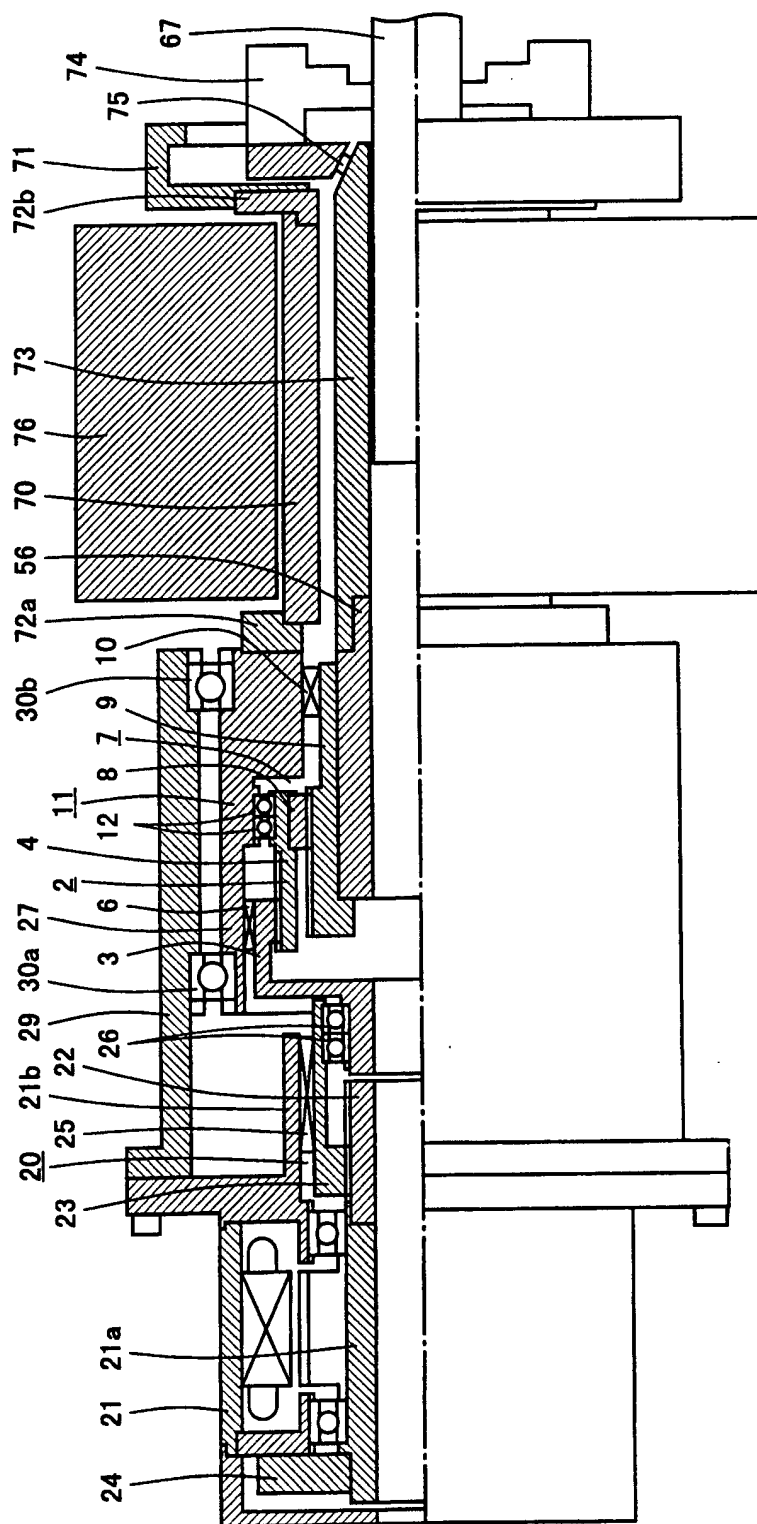
第2図



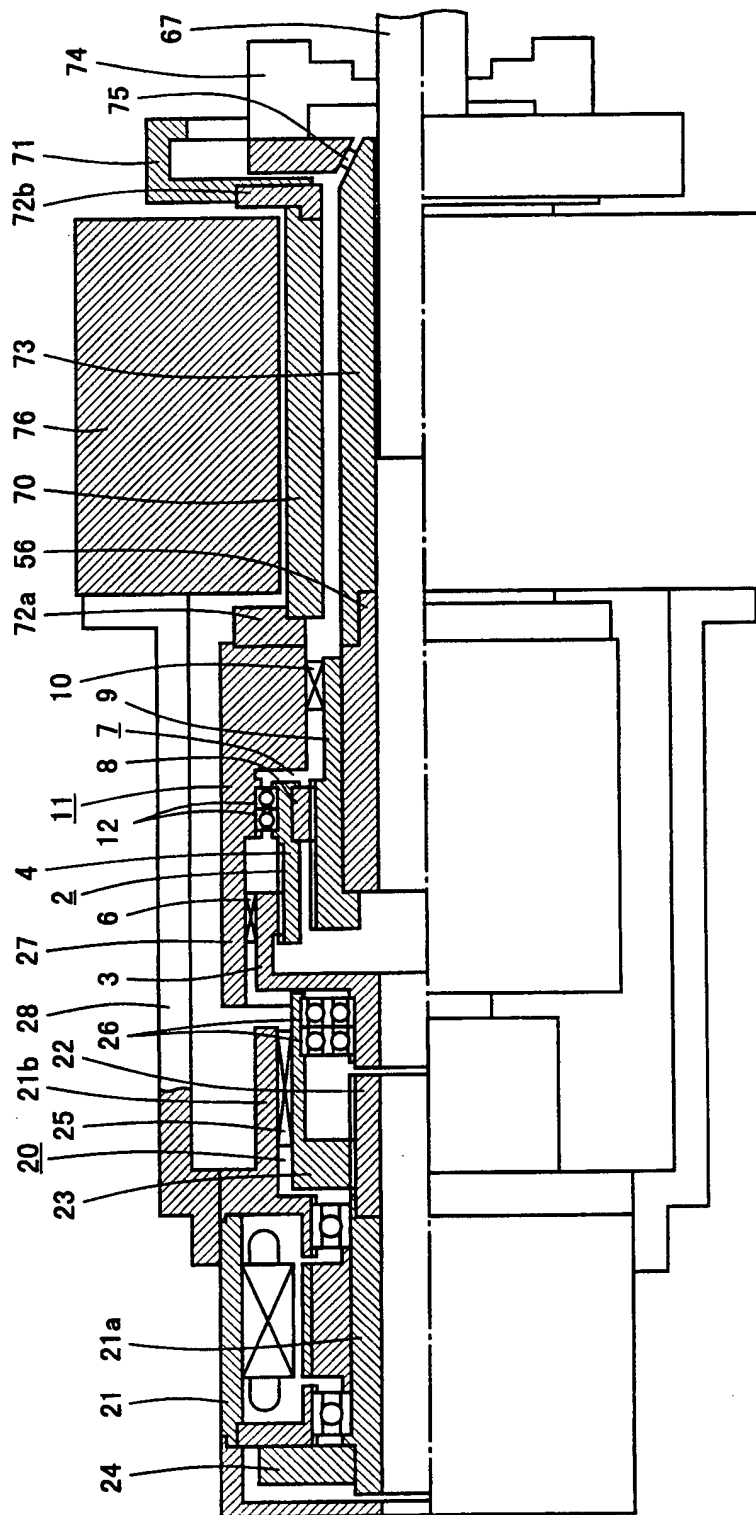




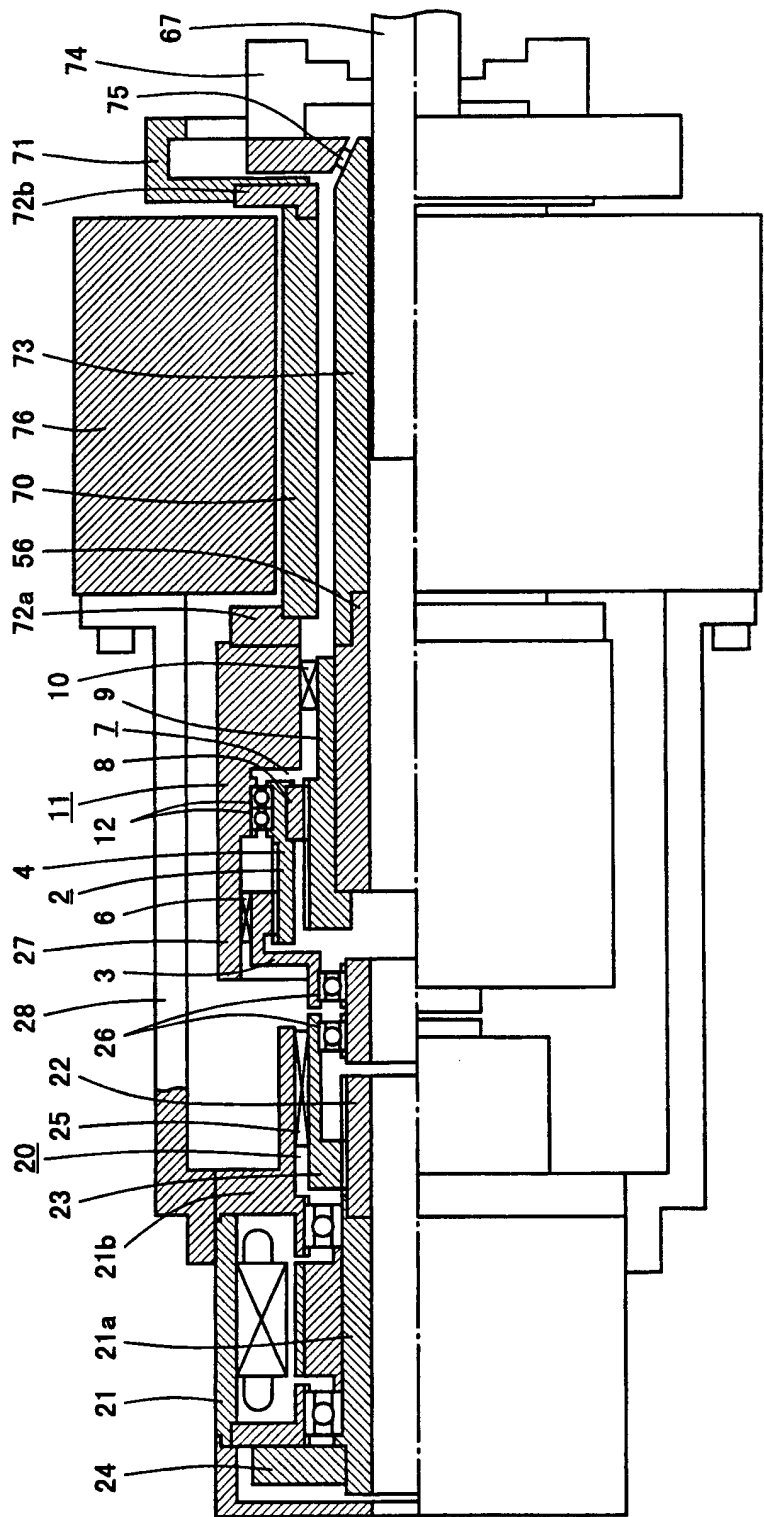
第5図



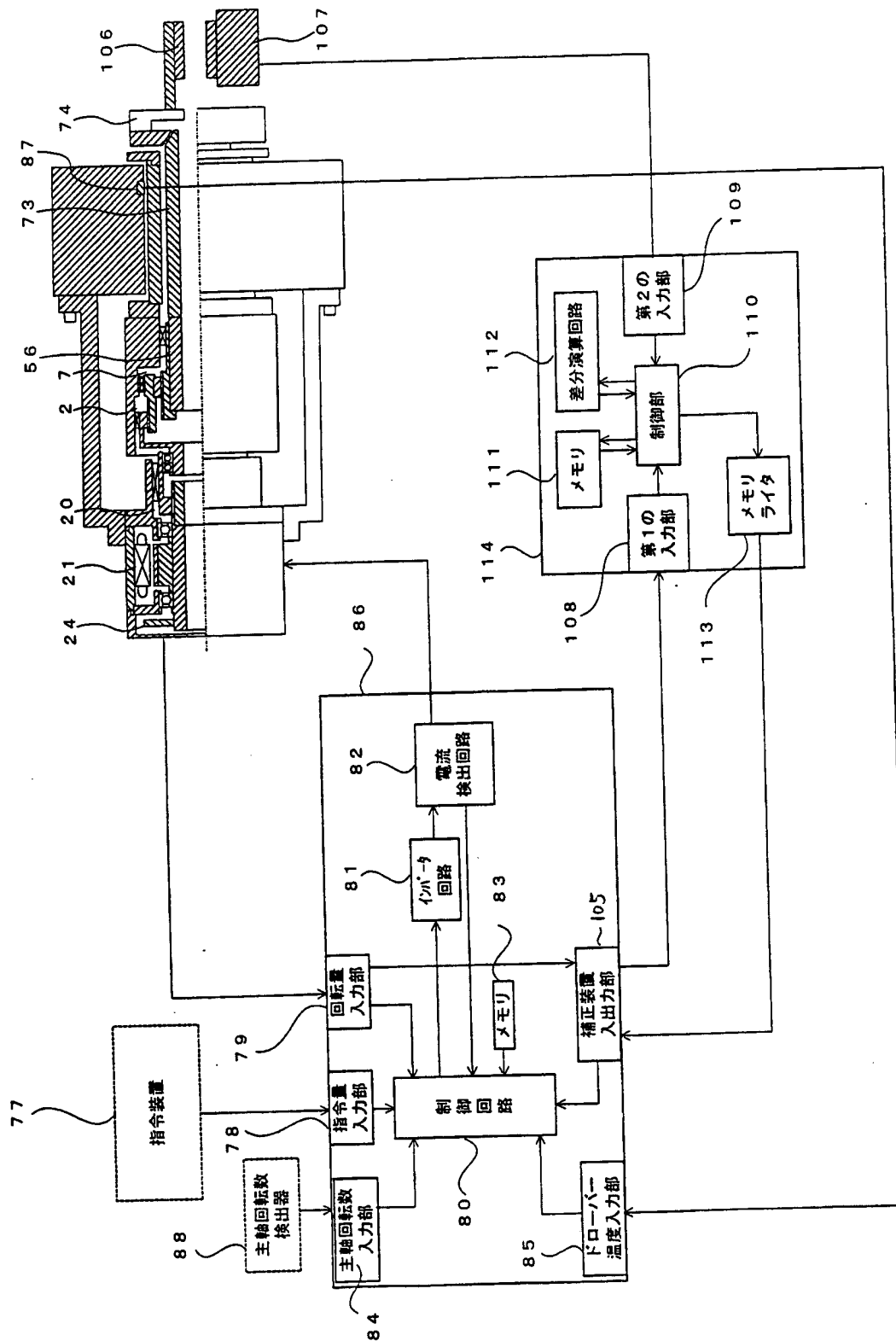
第6図



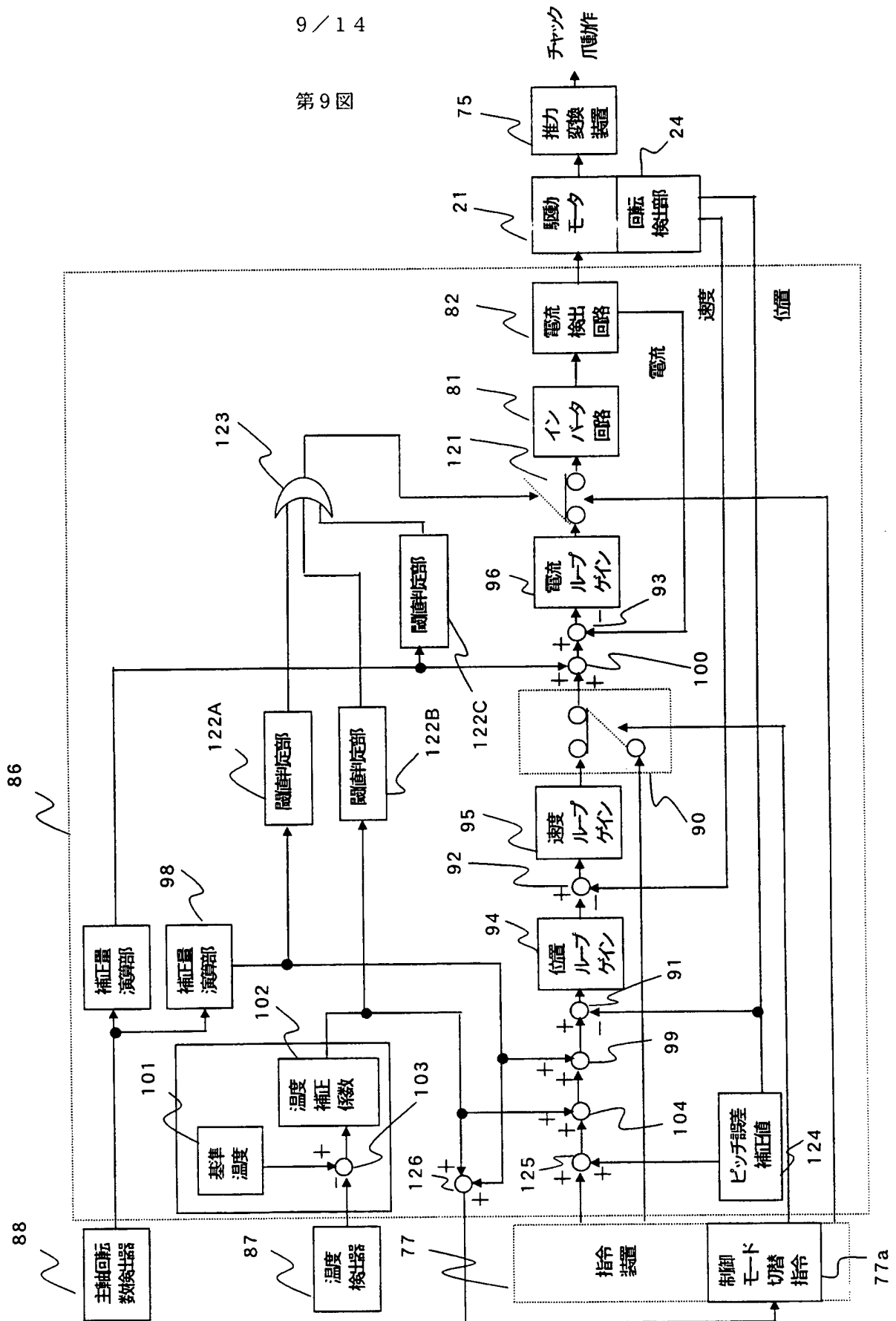
第7図



第8図



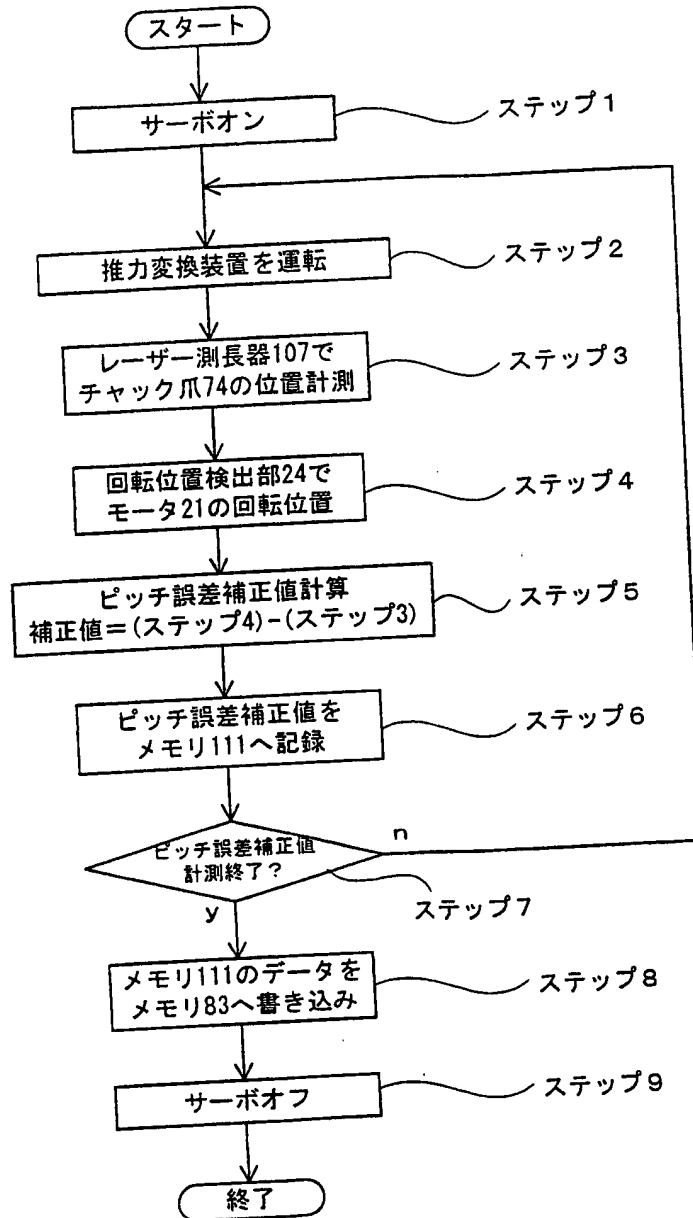
第9図



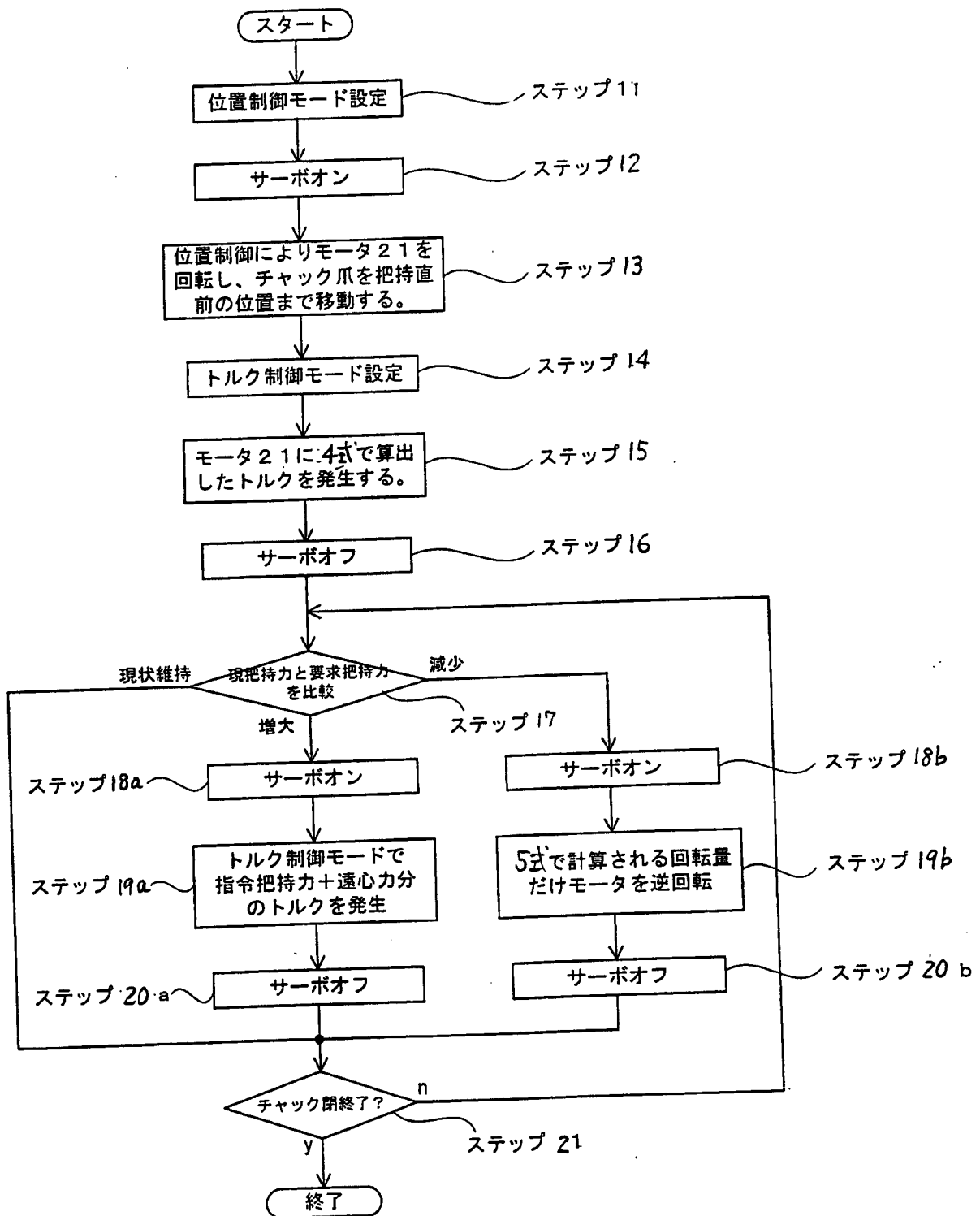


10/14

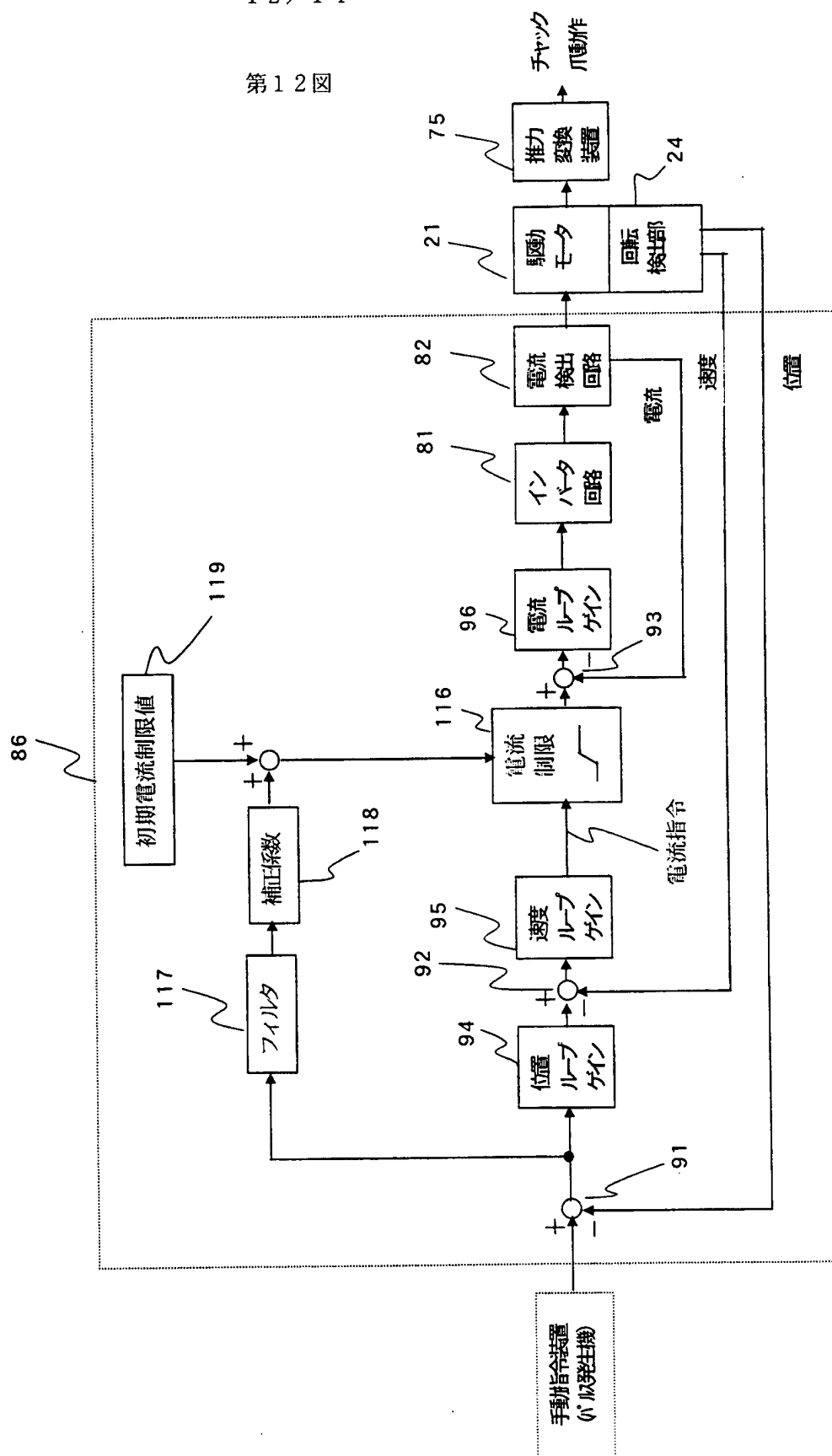
第10図



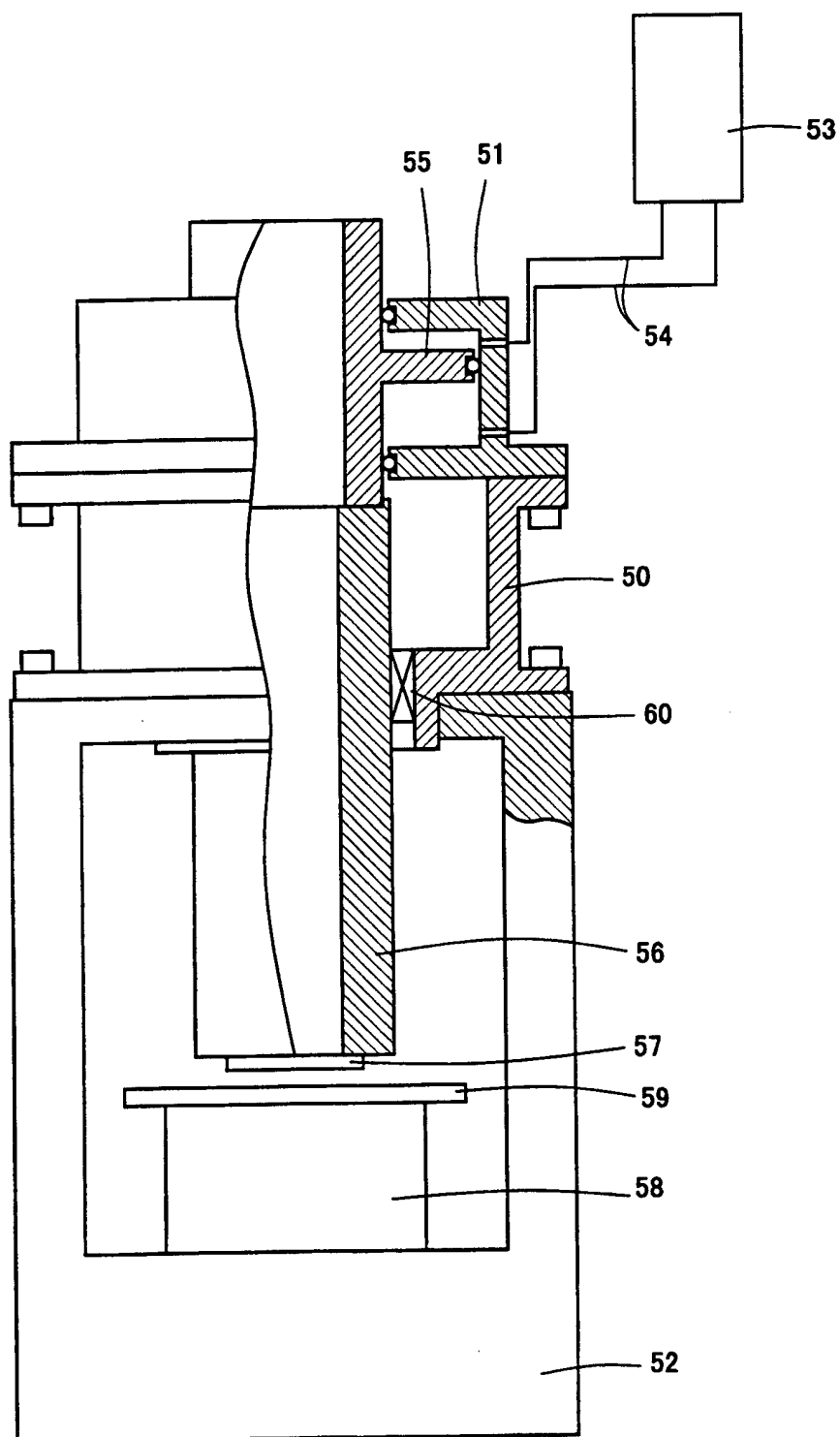
第11図



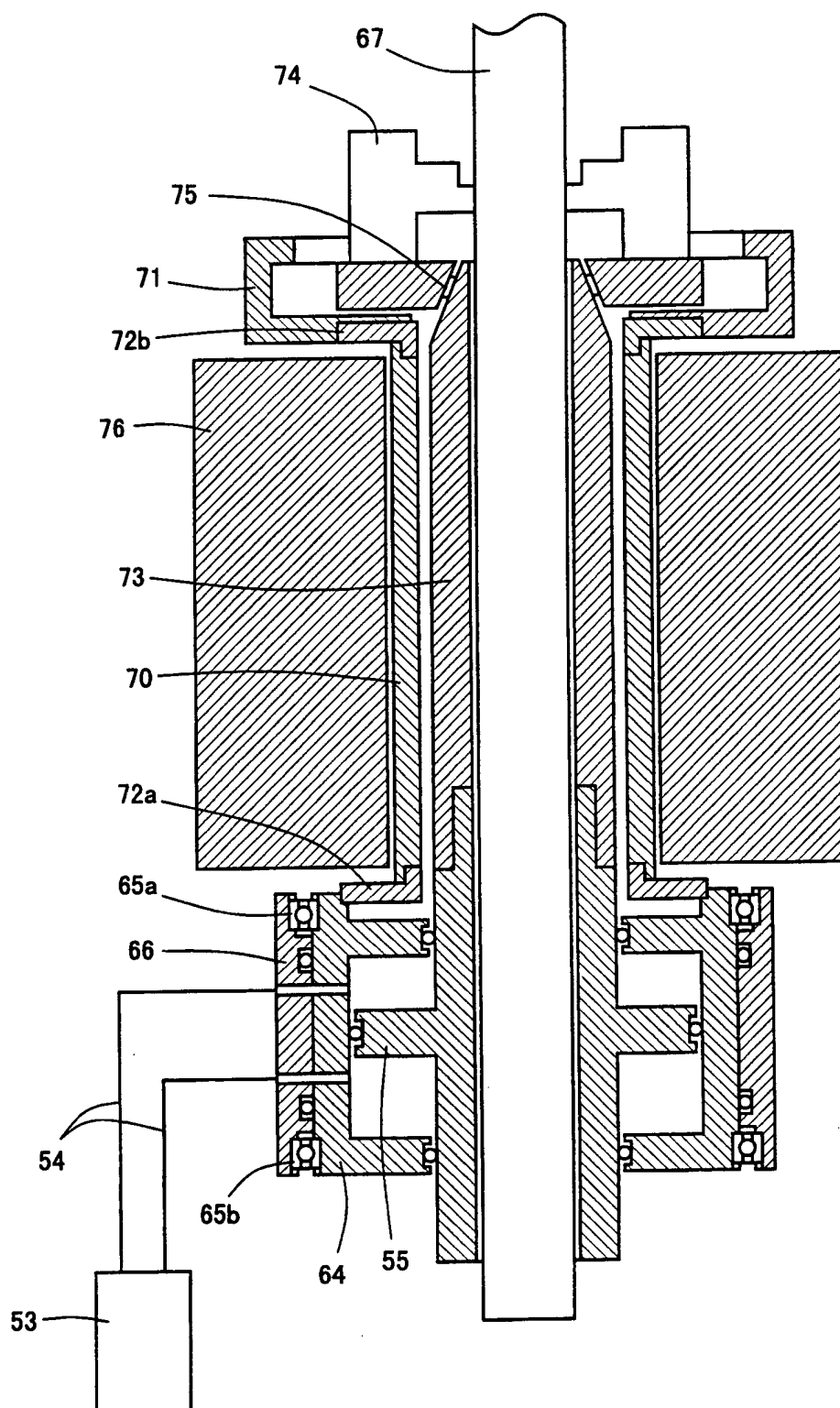
第12図



第13図



第14図



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP00/09321

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
Int.Cl.<sup>7</sup> B23B 31/26

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
Int.Cl.<sup>7</sup> B23B 31/26Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched  
Jitsuyo Shinan Koho 1920-2001 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2001  
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2001 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2001

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP, 2-9521, A (Shinnko Electric Co., Ltd.), 12 January, 1990 (12.01.90), Claims (Family: none)	1-21
A	JP, 62-34708, A (Shinnko Electric Co., Ltd.), 14 February, 1987 (14.02.87), Claims (Family: none)	1-21

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
26 March, 2001 (26.03.01)Date of mailing of the international search report  
10 April, 2001 (10.04.01)Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> B23B 31/26

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> B23B 31/26

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1920-2001年  
 日本国公開実用新案公報 1971-2001年  
 日本国登録実用新案公報 1994-2001年  
 日本国実用新案登録公報 1996-2001年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP, 2-9521, A (神鋼電機株式会社) 12. 1月. 1990 (12. 01. 90), 特許請求の範囲 (ファミリーなし)	1-21
A	JP, 62-34708, A (神鋼電機株式会社) 14. 2月. 1987 (14. 02. 87), 特許請求の範囲 (ファミリーなし)	1-21

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの  
 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの  
 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)  
 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献  
 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの  
 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの  
 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの  
 「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

26. 03. 01

国際調査報告の発送日

10.04.01

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)  
 郵便番号100-8915  
 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

関口 勇

印

3C

9238

電話番号 03-3581-1101 内線 3324

## 国際調査報告

(法8条、法施行規則第40、41条)  
[PCT18条、PCT規則43、44]

出願人又は代理人 の書類記号 522330WO01	今後の手続きについては、国際調査報告の送付通知様式(PCT/ISA/220)及び下記5を参照すること。	
国際出願番号 PCT/JP00/09321	国際出願日 (日.月.年) 27.12.00	優先日 (日.月.年) 12.01.00
出願人(氏名又は名称) 三菱電機株式会社		

国際調査機関が作成したこの国際調査報告を法施行規則第41条(PCT18条)の規定に従い出願人に送付する。  
この写しは国際事務局にも送付される。

この国際調査報告は、全部で 2 ページである。

☐ この調査報告に引用された先行技術文献の写しも添付されている。

## 1. 国際調査報告の基礎

a. 言語は、下記に示す場合を除くほか、この国際出願がされたものに基づき国際調査を行った。

☐ この国際調査機関に提出された国際出願の翻訳文に基づき国際調査を行った。

b. この国際出願は、ヌクレオチド又はアミノ酸配列を含んでおり、次の配列表に基づき国際調査を行った。

☐ この国際出願に含まれる書面による配列表

☐ この国際出願と共に提出されたフレキシブルディスクによる配列表

☐ 出願後に、この国際調査機関に提出された書面による配列表

☐ 出願後に、この国際調査機関に提出されたフレキシブルディスクによる配列表

☐ 出願後に提出した書面による配列表が出願時における国際出願の開示の範囲を超える事項を含まない旨の陳述書の提出があった。

☐ 書面による配列表に記載した配列とフレキシブルディスクによる配列表に記録した配列が同一である旨の陳述書の提出があった。

2. ☐ 請求の範囲の一部の調査ができない(第I欄参照)。

3. ☐ 発明の単一性が欠如している(第II欄参照)。

4. 発明の名称は ☒ 出願人が提出したものを承認する。

☐ 次に示すように国際調査機関が作成した。

5. 要約は

☒ 出願人が提出したものを承認する。

☐ 第III欄に示されているように、法施行規則第47条(PCT規則38.2(b))の規定により国際調査機関が作成した。出願人は、この国際調査報告の発送の日から1カ月以内にこの国際調査機関に意見を提出することができる。

6. 要約書とともに公表される図は、

第 1 図とする。 ☒ 出願人が示したとおりである。

☐ なし

☐ 出願人は図を示さなかった。

☐ 本図は発明の特徴を一層よく表している。



A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))		
Int. Cl <sup>7</sup> B23B 31/26		
B. 調査を行った分野		
調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))		
Int. Cl <sup>7</sup> B23B 31/26		
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの		
日本国実用新案公報 1920-2001年 日本国公開実用新案公報 1971-2001年 日本国登録実用新案公報 1994-2001年 日本国実用新案登録公報 1996-2001年		
国際調査で使用了電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)		
C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP, 2-9521, A (神鋼電機株式会社) 12. 1月. 1990 (12. 01. 90), 特許請求の範囲 (ファミリーなし)	1-21
A	JP, 62-34708, A (神鋼電機株式会社) 14. 2月. 1987 (14. 02. 87), 特許請求の範囲 (ファミリーなし)	1-21
<input type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。		
* 引用文献のカテゴリー 「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す) 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願日の後に公表された文献 「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」 同一パテントファミリー文献		
国際調査を完了した日	国際調査報告の発送日	
26. 03. 01	10.04.01	
国際調査機関の名称及びあて先	特許庁審査官 (権限のある職員)	3C 9238
日本国特許庁 (ISA/JP)	関口 勇	印
郵便番号100-8915	電話番号 03-3581-1101	内線 3324
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> B 23 B 31/26

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> B 23 B 31/26

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1920-2001年

日本国公開実用新案公報 1971-2001年

日本国登録実用新案公報 1994-2001年

日本国実用新案登録公報 1996-2001年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	J P, 2-9521, A (神鋼電機株式会社) 12. 1月. 1990 (12. 01. 90), 特許請求の範囲 (ファミリーなし)	1-21
A	J P, 62-34708, A (神鋼電機株式会社) 14. 2月. 1987 (14. 02. 87), 特許請求の範囲 (ファミリーなし)	1-21

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&amp;」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

26. 03. 01

国際調査報告の発送日

10.04.01

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

関口 勇

3C

9238

電話番号 03-3581-1101 内線 3324